



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE – FEAAC
PROGRAMA DE ECONOMIA PROFISSIONAL – PEP

IDEMAR JORGE GUIMARÃES DA SILVA

GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E OS SEUS IMPACTOS NOS REPASSES DO
ICMS MUNICIPAL CEARENSE

FORTALEZA

2017

IDEMAR JORGE GUIMARÃES DA SILVA

**GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E OS SEUS IMPACTOS NOS REPASSES DO
ICMS MUNICIPAL CEARENSE**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo de Albuquerque e Arraes

FORTALEZA

2017

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)

- S58g Silva, Idemar Jorge Guimarães da.
Geração de energia eólica e os seus impactos nos repasses do ICMS municipal cearense / Idemar Jorge Guimarães da Silva. – 2017.
42 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Ronaldo de Albuquerque e Arraes.
1. Energia Eólica. 2. VAF. 3. Municípios Cearenses. 4. Dados em Painel. I. Título.

CDD 330

IDEMAR JORGE GUIMARÃES DA SILVA

**GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E OS SEUS IMPACTOS NOS REPASSES DO
ICMS MUNICIPAL CEARENSE**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: **13 de dezembro de 2017**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo de Albuquerque e Arraes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC/CAEN/PEP

Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC/CAEN/PEP

Prof. Dr. José Henrique Felix Silva
Universidade Federal do Ceará - UFC

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus seguido da minha calorosa família que acredita sempre na transformação a partir do conhecimento, assim a vocês, esposa Luciana Kilvia, mãe Maria de Lourdes e irmãos Janaína Guimarães e Idérico Junior os meus sinceros agradecimentos.

Aos meus colegas da Turma de Mestrado Profissional da Auditece que desde o início dessa jornada se comportaram de modo homogêneo com um só objetivo: Enaltecer a capacidade intelectual um dos outros.

Ao Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Prof. Dr. Ronaldo de Albuquerque e Arraes, primeiro pela honra de tê-lo como orientador e em segundo pela sua vivacidade argumentativa que elevaram meus conhecimentos, principalmente econométricos, e a referida obra.

Ao Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi que de imediato se prontificou em compartilhar seu conhecimento em prol dessa publicação acadêmica.

Ao Prof. Dr. José Henrique Félix Silva que de forma respeitosa e cordial avaliou o trabalho e sugeriu enriquecedoras alterações.

A senhora Marly Passos e sua filha Juliana Passos que colocaram a biblioteca da sua instituição de ensino “ESCOLA ALTERNATIVA” a minha disposição para pesquisa.

Ao Professor Onélio Marques com suas valorosas contribuições a respeito da língua portuguesa.

À Lourdes Maria Porto Morais que esclareceu os detalhes relacionados à sistemática do cálculo da cota parte do ICMS.

RESUMO

A partir da potencial influência econômica do setor elétrico na arrecadação do Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) estadual e, por conseguinte, no Fundo de Participação dos municípios cearenses, o presente estudo tem como finalidade investigar o impacto da instalação dos parques eólicos nesses municípios sobre o Valor Adicionado Fiscal (VAF) no interstício que compreende os anos de 2005 a 2016. Condizente com a técnica econométrica de diferenças em diferenças, o trabalho analisou dois grupos de municípios, Tratamento e Controle, sendo o primeiro formado por quinze municípios que possuem aerogeradores em seus territórios, enquanto os municípios do grupo de Controle foram obtidos a partir da semelhança dos seus Valores Adicionados Fiscais quando comparados com os do grupo de Tratamento. Os resultados das estimações permitiram concluir que a geração de energia eólica contribuiu para o aumento da cota parte do ICMS dos municípios do Grupo de Tratados e que os mesmos tiveram uma participação maior do repasse das receitas constitucionalmente distribuídas.

Palavras-chaves: Energia Eólica. VAF. Municípios Cearenses. Diferenças em Diferenças.

ABSTRACT

Based on the potential economic influence of the electricity sector in the collection of the State Sales Tax (SST) and, therefore, in the state transference of funds share to the municipalities of Ceará, this study aims to investigate the impact of the installation of Eolic Farms on the value added tax in the period 2005 to 2016. Consistent with the econometric technique of differences in differences, the study analyzed two groups of municipalities – Treatment and Control – the first one consisting of fifteen municipalities that have aero generators in their territories, while the municipalities of the Control group were obtained from the similarity of their value added tax when compared with those of the Treatment group. The results of the estimations allowed to conclude that the generation of wind energy contributed to the increase the share of the SST transferred to the municipalities of the Treatment Group and that they had a greater participation of the transfer funds from the federal government.

Keywords: Wind Energy. VAF. Ceará Municipalities. Difference in Differences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de Parques Eólicos e Quantidade de Energia Eólica Gerada por Unidade da Federação.....	14
Figura 2 - Mapa da Capacidade de Geração de Energia Eólica por Região do Brasil.....	14
Figura 3 - Disposição Espacial dos Grupos Tratados e Controle.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual Recolhido a Título de ICMS segregado pelos 12 Maiores Ramos de Atividades do Estado do Ceará (2010 a 2016).....	17
Gráfico 2 - Evolução da Geração e Importação Líquida de Energia Elétrica no Subsistema Nordeste – 2007-Fev/2017.....	18
Gráfico 3 - Evolução Comparativa dos Valores Adicionados Fiscais para os Municípios Cearenses Segregados por Grupos de Controle e Tratamento – 2005 a 2016 (R\$).....	27
Gráfico 4 - Incremento Líquido Originário do Setor Eólico ao Valor Adicionado Fiscal dos Municípios Cearenses – 2010 a 2016 (R\$).....	28
Gráfico 5 - Parcela Incorporada aos Valores Adicionados Fiscais Originários do Setor Eólico Relacionados com o VAF Total dos Municípios que possuem Aero Geradores – 2010 a 2016 (R\$).....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios por Grupos de Tratados e Controle.....	25
Tabela 2 - Resumo do Método “Diferenças em Diferenças”.....	30
Tabela 3 - Modelo Econométrico "Diferenças em diferenças".....	32
Tabela 4 - Resultados da Regressão para o Valor Adicionado e sua Evolução nos Municípios Selecionados – 2010 a 2016.....	33
Tabela 5 - Resultado: teste de correlação.....	39
Tabela 6 - Tabela de Pearson.....	40
Tabela 7 - Resultado: Teste de heterocedasticidade V_{at} e $\log V_{at}$	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BD	Banco de Dados
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CAEN	Curso de Pós-Graduação em Economia
CF/88	Constituição da República Federativa do Brasil
CFOP	Códigos Fiscais de Operações e Prestações
CNAE	Código Nacional de Atividade Econômica
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CRESESB/CEPEL	Centro de Referência para Energia Eólica e Solar
DOE	Diário Oficial do Estado do Ceará
GW	Giga Watts
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPM	Índice de Participação do Município
LCF	Lei Complementar Federal
m/s	Metros por segundo
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Mega Watt
PAYBACK	Tempo de Retorno do Investimento
PIB	Produto Interno Bruto
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PVAR	Painel de Vetores Autoregressivos
RAIS	Relação Anual de Informação Social
SEFAZ/CE	Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VAF	Valor Adicionado Fiscal
VAR	Vetores Autoregressivos
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	EVIDÊNCIA EMPÍRICA.....	13
2.1	Energia eólica: aspectos gerais, financeiros e econômicos.....	13
2.2	ICMS.....	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
3.1	Revisão da literatura empírica.....	21
4	METODOLOGIA.....	24
4.1	Descrição dos dados.....	24
4.2	Análise dos dados.....	27
4.3	Metodologia econométrica.....	29
4.4	Modelo econométrico.....	30
5	RESULTADOS.....	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	REFERÊNCIAS.....	37
	APÊNDICES.....	39

1 INTRODUÇÃO

O tributo é a principal fonte de financiamento dos entes federativos. A Constituição Federal atribuiu uma lista exaustiva de impostos que podem ser instituídos e arrecadados por cada esfera de competência. Aos Estados couberam três impostos sendo que o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) detém o maior poder arrecadatário.

O ICMS, especificamente no Estado do Ceará, é responsável em média por 92% de todos os ingressos de recursos próprios nos cofres públicos. Nessa realidade alguns setores da economia despontam como grandes agentes arrecadadores como é o caso do segmento de energia elétrica. A Companhia Energética do Ceará ocupa a segunda posição entre os maiores contribuintes dessa unidade federativa perdendo apenas para a Petrobras. Assim, repercussões como majoração ou redução da carga tributária nesse ramo de atividade ou o desaquecimento da economia impactam as referidas receitas constitucionais.

O setor elétrico brasileiro é formado pelos seguintes agentes: geradores, de comercialização, distribuidores e os consumidores livres. A Enel, concessionária de serviço público cearense, é um agente distribuidor responsável pela chegada da energia nas residências e nos estabelecimentos comerciais. Do outro lado, encontram-se os agentes geradores que produzem a energia propriamente dita podendo ser de fontes como hidráulica, térmica, nuclear ou eólica.

A demanda crescente por energia e a crise hídrica que assolou o Brasil na década de 2000 foram os grandes responsáveis pela diversificação das fontes geradoras de eletricidade com destaque para a oriunda dos ventos. A condição geográfica do Ceará contribui para o mesmo ser responsável por 16% de toda geração nacional sendo essa razão produzida por 68 parques eólicos distribuídos entre quinze municípios do seu território.

De volta ao ICMS, a Carta Magna impôs a repatriação de 25% dos valores oriundos do maior imposto estadual aos seus municípios fixando dois parâmetros de distribuição, quais sejam: no mínimo $\frac{3}{4}$ do valor adicionado fiscal (VAF) e de até $\frac{1}{4}$ do que dispuser Lei Estadual. Assim, a diferença encontrada da comercialização entre os agentes geradores e distribuidores, baseado na Instrução Normativa nº 05 de 2014, materializa-se em VAF.

O estudo desse trabalho se concentra no primeiro critério e adota a metodologia econométrica diferenças em diferenças com base nos dados do período compreendido entre os anos de 2005 a 2016, evento base para uma comparação entre o antes e o depois, para determinar

se tal experiência resultou em um repasse maior da cota parte do imposto para os quinze municípios cearenses que possui aero geradores em sua extensão territorial.

O trabalho está dividido em 6 (seis) seções, sendo esta a primeira. A segunda seção apresenta a evidência empírica do estudo, tratando-se de assuntos econômico-financeiros relativos à energia eólica e os aspectos gerais do ICMS. A terceira seção compõe-se das discussões dos autores acerca dos pilares dessa obra quais sejam: Energia Eólica e ICMS.

A quarta seção do trabalho contém a descrição dos dados, gráfico comparativo entre os grupos de Controle e Tratamento e uma análise da relação dos valores adicionados fiscais oriundos da geração de energia eólica versus os VAF totais dos municípios que abrigam esse recurso. Aborda-se, ainda, a metodologia do estimador de diferença em diferenças e apresenta o modelo econométrico.

A seção cinco apresenta o resultado obtido através da metodologia já comentada. As considerações finais estão contidas na sexta e última seção dessa dissertação e tem como objetivo discorrer sobre o impacto da implantação dos parques eólicos nos municípios do Estado do Ceará e sua repercussão na distribuição da cota parte do ICMS.

2 EVIDÊNCIA EMPÍRICA

2.1 Energia eólica: aspectos gerais, financeiros e econômicos

A ausência de chuvas no território brasileiro na década de 2000 impactou os níveis dos reservatórios das hidrelétricas e por consequência afetou a capacidade de sua geração. A crise hídrica resultou, segundo o Tribunal de Contas da União, em um prejuízo no montante de R\$54,2 bilhões, contudo, fez as autoridades nacionais buscarem novas alternativas de energia. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438 de 2002 contribuiu de forma determinante para uma sistêmica diversificação da geração energética do país na medida em que traçou as diretrizes e intermediou a disponibilização de recursos através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a geração de energias renováveis como a eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa.

O PROINFA estipulou que em um prazo de vinte anos 10% de toda geração de energia nacional deveria ter origem nas referidas fontes alternativas. Os investimentos na ordem de US\$ de 32 bilhões compreendidos entre os anos de 2009 a 2016, sendo que nos últimos três anos, o capital empregado se manteve não inferior aos US\$ 5 bilhões anuais, colocou o Brasil entre os dez países com maior capacidade nova e acumulada de energia eólica no ano de 2016.

Esses investimentos repercutiram também no crescimento da geração de energia eólica quando comparado os anos de 2015 e 2016. Nesse período, segundo dados da Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEólica, houve um aumento na ordem de 55% da produção gerada. Esses números credenciaram o setor a ocupar o quarto lugar da matriz elétrica do Brasil sendo responsável por 7,46% de toda produção do país atrás apenas das hidroelétricas, térmicas e gás natural. O mesmo boletim apresenta a marca de 11 GW de capacidade instalada responsável por abastecer 17,27 milhões de residências por mês, o equivalente a quase o consumo total do estado de São Paulo.

O nordeste brasileiro é responsável por aproximadamente 85% de toda transformação de energia cinética do vento em energia elétrica. Dentre os estados do Nordeste, destaque para o Estado do Ceará que ocupa o terceiro lugar entre as unidades federativas em capacidade instalada. A figura 1 disponibiliza o número de parques eólicos e a quantidade gerada por estado.

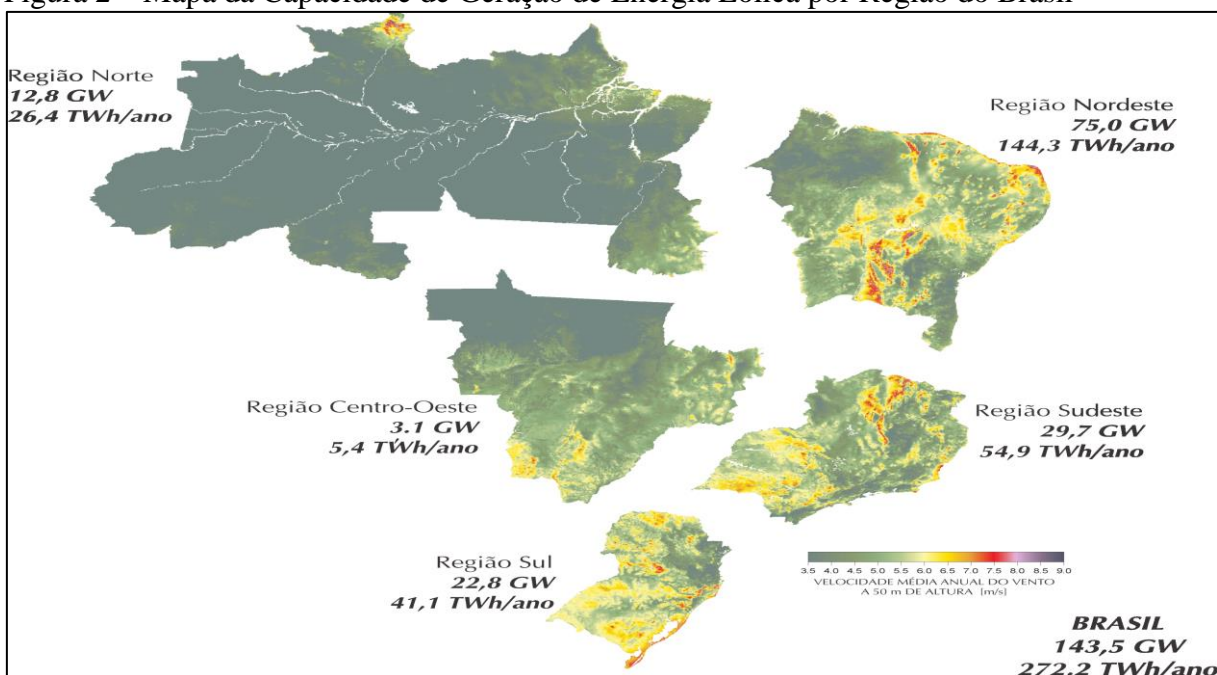
Figura 1 – Número de Parques Eólicos e Quantidade de Energia Eólica Gerada por Unidade da Federação



Fonte: ABEEólica.

Esse número expressivo do nordeste brasileiro se deve pela proximidade da região com a linha do equador. Linha esta responsável pela formação dos ventos mais constantes do planeta chamados de ventos alísios. Estudos realizados pelo Centro de Referência para Energia Eólica e Solar – CRESESB/CEPEL (2002) revelaram o potencial eólico e a velocidade do vento em todas as regiões brasileiras.

Figura 2 – Mapa da Capacidade de Geração de Energia Eólica por Região do Brasil



Fonte: Centro de Referência para Energia Eólica e Solar – CRESESB/CEPEL, 2002

A condição geográfica do nordeste brasileiro e os investimentos empregados nesse setor são responsáveis por 36,5% da fonte energética dessa região ser originária dos ventos seguida da térmica com 34,1% e da hidráulica com 29,5% conforme o relatório do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE). O Plano Decenal de Expansão de Energia 2024, elaborado pelo ETENE, aponta ainda que até o ano declarado não está previsto nenhum projeto hidrelétrico para o nordeste. Essa informação se mostra importante, uma vez que o custo da energia hidrelétrica é o mais competitivo ficando o da geração eólica logo atrás. Por esse motivo, as usinas eólicas lideram os empreendimentos em construção com 139 projetos capazes de contribuir com mais 3GW de potência outorgada, o que representa quase trinta por cento de toda capacidade nova do país.

Antes da instalação de cada empreendimento é realizado um estudo de viabilidade econômica que leva em consideração inúmeros fatores como localização geográfica, velocidade dos ventos, capital próprio e percentual financiado, tributos, tarifa do megawatt leiloado dentre outros aspectos. Esses dados servem para prever o fluxo de caixa e determinar o Valor Presente Líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o PAYBACK (Tempo de Retorno do Investimento). Garbe *et al.* (2011) estudaram a viabilidade econômica de um empreendimento eólico localizado na Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul sendo favorável pela sua instalação devido aos resultados apresentados: VPL positivo, TIR de 22% superando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) fixada em 15% e PAYBACK de 5 anos. Tavares (2016), utilizando-se da mesma metodologia previu rentabilidade do parque eólico localizado no município de Itaparica no estado da Bahia considerando os resultados de VPL positivo, TIR de 8,98% superando a TMA fixada em 8,8% e PAYBACK de 11 anos.

Com relação aos recursos para instalação das indústrias eólicas, o BNDES disponibiliza uma linha de crédito que financia até 70% de todo o investimento. Já o Banco do Nordeste, somente para o ano de 2017, prevê liberar cerca de 11,3 bilhões de reais para projetos ligados a esse setor. Segundo Braciani (2011), os principais custos de um parque eólico residem nos equipamentos e na infraestrutura. Uma vez instalada, os custos de manutenção anuais estão orçados entre 1,5% a 2% do investimento para turbinas mais modernas, enquanto que as mais antigas apresentam custos que giram em torno de 3%.

Alguns aspectos podem contribuir para a redução do valor relacionado aos equipamentos como utilização de técnicas mais viáveis, ampliação de parques já existentes e concorrência.

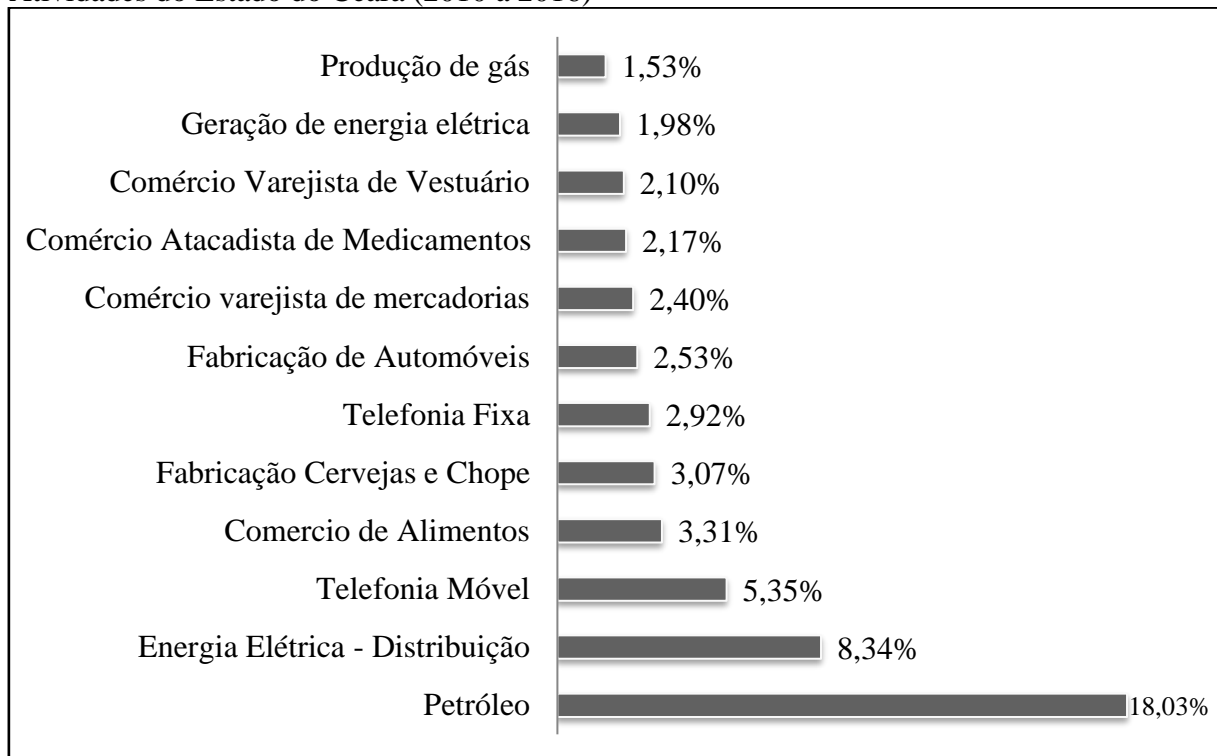
A utilização do concreto na base do aro gerador em substituição ao alumínio satisfaz as condições de eficiência e viabilidade econômica. A estrutura de concreto pode ser

fabricada na própria área de instalação da indústria eólica, enquanto que o alumínio além de possuir um valor agregado maior do que o anterior tem um alto custo de transporte devido ao seu tamanho e peso. A eficiência reside na captação dos ventos a uma altura superior a 100 metros, enquanto que as de aço chegam até 80 metros. As expansões de parques existentes contribuem na redução dos investimentos, uma vez que esses já contam com linhas de transmissão existentes.

A solidez do setor atrai outras empresas para o território nacional como o líder chinês Goldwind e como consequência acirra a concorrência entre os poucos fornecedores. Atualmente, o Brasil conta com quatro grandes fabricantes de aero geradores que são responsáveis por produzir nacionalmente todo e qualquer dispositivo necessário para essa tecnologia. No território Cearense está a Vestas, responsável pela fabricação dos aero geradores, e as Wöbben/Enercon e Aeris no segmento de confecção das pás. A Acciona e a Alston são uma das maiores do segmento e contam com mais de 30% de representatividade dos produtos instalados no país. Os fatores elencados acima contribuem para o aperfeiçoamento da tecnologia e a redução dos custos de implantação tornando o setor mais competitivo e lucrativo.

O ramo elétrico não tem representatividade apenas para a atividade privada, mas também demonstra uma enorme contribuição para o equilíbrio das contas públicas. Na maioria dos estados brasileiros esse segmento é responsável por volumosas transferências a título de ICMS, não sendo diferente na unidade federativa cearense onde o mesmo detém a segunda colocação em repasse. O Gráfico 1 demonstra o percentual repassado aos cofres públicos cearenses pelos doze maiores segmentos desse Estado.

Gráfico 1 – Percentual Recolhido a Título de ICMS segregado pelos 12 Maiores Ramos de Atividades do Estado do Ceará (2010 a 2016)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela SEFAZ/CE

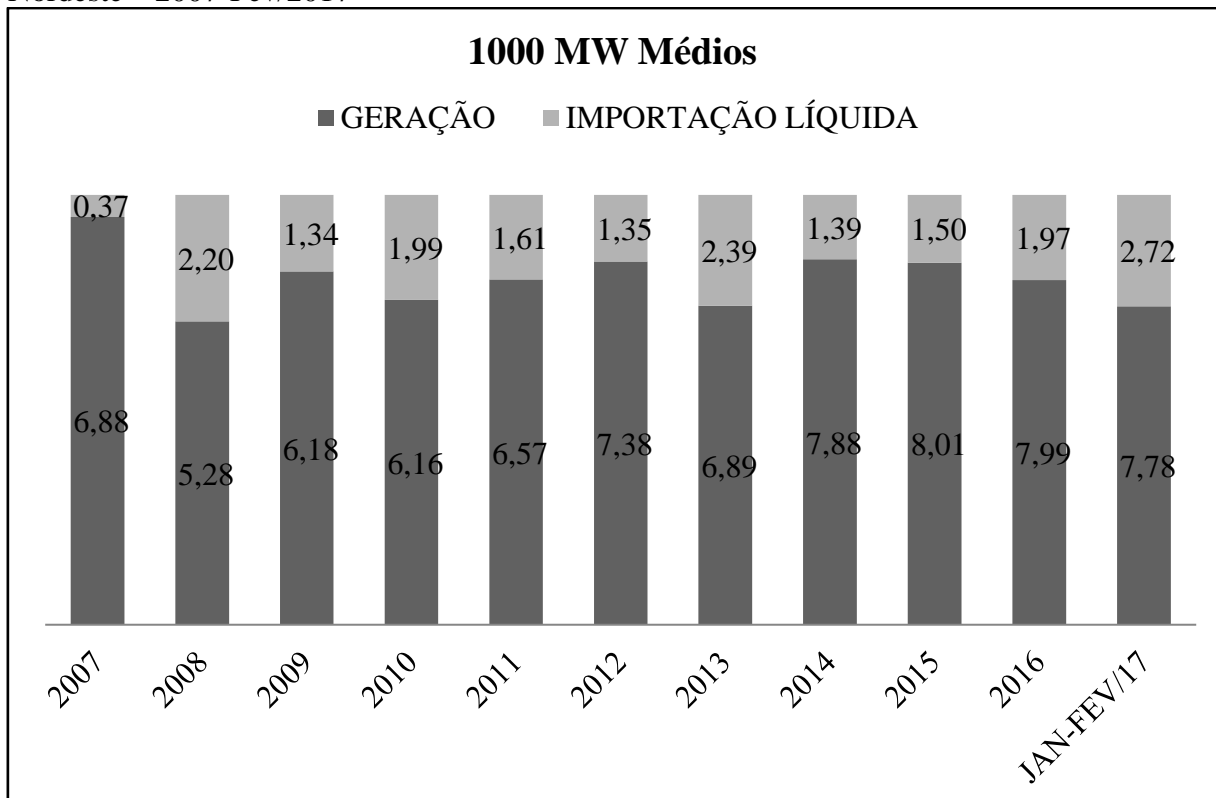
Essa representatividade se deve a Constituição Federal de 1988 que classificou a energia elétrica como mercadoria e a incluiu no campo de incidência do ICMS. Ainda que as características preponderantes desse tributo sejam de fiscalidade, poder arrecadatário aos cofres públicos, conclui-se através do princípio da seletividade que essa natureza pode ser minimizada ao se atribuir uma alíquota diferenciada de acordo com a essencialidade do produto como no caso da taxaço menor para itens integrantes da cesta básica *versus* uma alíquota superior para artigos como joias, bebidas e perfumes. O estado do Ceará não observou o referido princípio, uma vez que a alíquota incidente na energia elétrica é de 27% igual a mercadorias como bebidas e cigarros.

A indispensabilidade do uso da energia elétrica no dia a dia, tanto para fins comerciais como particulares, associada ao significativo percentual da alíquota norteiam a sua representatividade junto ao ICMS. Contudo, esse tributo se mostra muito sensível às oscilações advindas das atividades industriais e comerciais, ou seja, aquecimentos e desaquecimentos da economia influenciam positiva ou negativamente as finanças estaduais. Destaque que o referido imposto desponta em média com 92% de toda arrecadação própria da esfera estadual.

Se para os Estados é importante fiscalizar a ponta da cadeia no que pese os repasses de responsabilidade principalmente das distribuidoras, aos municípios cabe auditar o valor

adicionado fiscal incrementado por cada geradora de energia. A transmissão e a distribuição de energia elétrica se constituem de um monopólio natural por força de um Sistema Interligado Nacional (SIN). Assim, o ambiente competitivo reside na geração da eletricidade com preços negociados livremente ou determinados pelos leilões. A região nordeste caminha para a autossuficiência devido à capacidade de geração futura de 7,5GW, considerando os projetos eólicos em implantação e os projetados com construção não iniciada, contra uma importação líquida de 2,76 GW de outros subsistemas nacionais. O Gráfico 2 demonstra a evolução da geração e importação líquida de energia elétrica do subsistema nordeste de 2007 a fev/2017, conforme dados da Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais da ETENE.

Gráfico 2 – Evolução da Geração e Importação Líquida de Energia Elétrica no Subsistema Nordeste – 2007-Fev/2017



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2017). / BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Com relação à geração apresentada no Gráfico 2, a hidrelétrica se constituiu da principal fonte geradora com parcela contributiva em torno de 90% para o espaço temporal de 2007 a 2011, acompanhada da térmica em segundo lugar. Contudo, atualmente, o cenário se revela diferente com a energia eólica assumindo a posição de destaque injetando no sistema elétrico nordestino 44% de toda energia produzida nessa região.

Assim, a crescente e rápida expansão da geração eólica justifica estudos no campo do maior imposto da esfera estadual seja em níveis de arrecadação ou na repercussão dos índices

da cota parte do ICMS advindos do valor adicionado fiscal exclusivamente da comercialização de energia elétrica assim como da venda dos equipamentos necessários para implantação dos parques eólicos.

2.2 ICMS

O ICMS é um imposto estadual que incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e a prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação.

A promulgação da Carta Magna de 1988 foi a responsável por repaginar e deixar o referido imposto mais robusto, uma vez que adicionou ao seu campo de incidência três impostos de competência federal: 1) combustíveis e lubrificantes líquidos e gasosos; 2) energia elétrica; e 3) minerais do País. Acrescente-se a inclusão dos serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação.

A Lei Complementar Federal (LCF) nº 87/96, mais conhecida como Lei Kandir, trata de todas as anuências desse tributo como normas gerais, fato gerador, base de cálculo e sujeito passivo. Já a LCF nº 24/75 institui o Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ como órgão colegiado responsável em revisar alíquotas e conceder benefícios fiscais. As Leis Complementares mencionadas anteriormente são as responsáveis em regulamentar o referido tributo de competência estadual. Diante da assertiva que a Carta Magna apenas atribui competência aos entes federativos para a instituição ou não de determinado tributo, coube ao Estado do Ceará publicar a Lei nº 12.670/96 que consolida as disposições legais sobre o ICMS tendo sua regulamentação ocorrida através do Decreto nº 24.569/97.

A Constituição Federal de 1988 aludiu que 25% do montante arrecadado pelos Estados devem ser compartilhados com os seus municípios. O texto constitucional foi mais além ao estipular que desse percentual três quartos, no mínimo, “na proporção do valor adicionado nas operações relativas à circulação de mercadorias e nas prestações de serviços, realizadas em seus territórios”; e “até um quarto, de acordo com o que dispuser lei estadual ou, no caso de Territórios, lei federal” (BRASIL, 1988).

O conceito de Valor Adicionado Fiscal se encontra na Lei Complementar nº 63/90, haja vista a determinação do artigo 161, I e II da Lei Maior. Dessa forma, a LC nº 63/90 no seu art. 3º, § 1º, I e II determinou que o valor adicionado fiscal correspondesse a 75% para cada município na razão dos valores das mercadorias de saídas adicionado das prestações de serviços e subtraído das mercadorias de entrada em um ano calendário. Outras considerações se fazem

necessárias para o computo do cálculo, quais sejam: são parte integrante do cálculo as operações e prestações isentas, imunes, com benefícios, incentivos ou favores fiscais e os valores dos estoques de mercadorias existentes entre 01 de janeiro e 31 de dezembro do ano referência; assim, como ficam a margem da equação as entradas de mercadorias ou bens destinados ao Ativo Imobilizado e ao uso e consumo do estabelecimento. Ainda sobre o VAF, deve-se aplicar a alíquota de 32% à receita bruta das empresas que adotam uma sistemática simplificada¹ e situações que dispensem os controles de entrada.

A diferença de pelo menos 25% é considerada como parcela autônoma em que cada Estado pode definir seus critérios para calcular a divisão deste montante entre os municípios. A junção das duas parcelas é classificada como Índice de Participação do Município – IPM.

¹ O Microempreendedor Individual e o Simples Nacional são os mais importantes regimes tributários simplificados atualmente em vigor no Brasil.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Revisão da literatura empírica

Estudos nos campos de energias renováveis assim como na esfera do ICMS são facilmente encontrados em diversas literaturas como as mencionadas nesta seção.

Francelino (2008) analisou se a oferta de energia elétrica para o Estado do Ceará tem condições de atender à demanda para um crescimento sustentado. O estudo demonstra a insuficiência de energia para sustentar o crescimento do Ceará no longo prazo, assim evidenciando a necessidade de investimento na produção de energia eólica.

Foram usados três modelos para auferir os resultados, o primeiro foi um modelo ARMA e outros foram modelos de vetores autoregressivos (VAR). Os dados utilizados foram o consumo de energia elétrica no Estado do Ceará, a tarifa média total brasileira, o Produto Interno Bruto (PIB), o número de domicílios cearenses e a população do Estado. No modelo foram incluídas três variáveis *dummies* para os anos de 1992 e 1995, por serem anos posteriores a dois planos nacionais de estabilização, e 2002, o ano após o “apagão”.

No modelo ARMA com erros robustos, as variáveis foram usadas em log para assim representarem as elasticidades. O consumo de energia e o PIB do ano anterior mostraram impactar positivamente o consumo de energia elétrica do ano corrente. A tarifa média brasileira apresentou elasticidade negativa, o que é esperado já que com o aumento da tarifa o consumidor reage consumindo menos. O número de domicílios per capita teve elasticidade positiva no consumo de energia.

O primeiro modelo VAR que incorpora a forma funcional do ARMA anterior e por meio do critério de informação de Schwarz foi encontrado o nível ótimo de defasagem e foi testada a estabilidade do VAR. O modelo VAR não foi considerado estável, mas demonstra que pode existir até duas relações de cointegração entre consumo de energia e o PIB.

As estimativas do modelo VAR confirmaram os coeficientes do modelo ARMA, o PIB possui impacto no aproveitamento de energia, o aumento de 1% no PIB acarreta um aumento de 0,5% no consumo de energia elétrica. A partir dos resultados do primeiro modelo VAR foi analisado o uso potencial de energia, entre 1987 e 2004, de acordo com crescimento da economia *pari passu* com o consumo de energia efetiva. Essa estimação foi elaborada para verificar se a oferta de energia insuficiente seria a causa da utilização de energia efetiva inferior ao potencial.

Os resultados do modelo ARMA foram comparados com VAR para que fossem associados os consumos potencial e efetivo de energia. Entre os anos de 1987 a 1992 o aproveitamento potencial requerido, de acordo com o crescimento do PIB, ficou bem abaixo do uso efetivo, o mesmo ocorrendo entre 1995 e 2001.

Por meio do Modelo VAR também foi possível fazer uma previsão para o período 2002-2004. A previsão do primeiro passo à frente teve bons resultados, porém, a qualidade da previsão vai caindo à medida que se avança, mas a previsão mantém a tendência.

Simas (2012) coletou dados de empregos gerados por parques eólicos em construção e em operação, fábricas de aero geradores e componentes, órgãos ambientais e empresas de transporte de equipamentos com o intuito de analisar através de uma matriz insumo-produto e de uma avaliação de ciclo de vida, a criação de empregos gerados no Brasil através do setor de energia eólica. A pesquisa focou em temas centrais como empregos diretos e indiretos, empregos locais, capacitação, insumos e barreiras ao setor eólico com abrangência nos Estados do Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Os modelos Insumo-Produto são usados para modelar a interação entre os setores de produção e serviços da economia, haja vista que o estudo mensurou também o impacto gerado pelos empregos indiretos. Contudo, o referido trabalho evidenciou a contribuição significativa da locação de mão de obra direta principalmente para a atividade de construção com cerca de 70% dos empregos gerados.

Segundo Silveira (2012), a demanda por energia elétrica sempre será crescente e essa causa por si só impacta em aumento de arrecadação para o Estado assim como uma redução dos custos de implantação dessas fontes tornando-as mais competitivas.

No quesito ICMS, Frozi (2013) analisou a importância do imposto estadual gerado nos Centros de Abastecimentos do estado do Rio Grande do Sul correlacionando os quinze maiores municípios dependentes e/ou com retornos do ICMS baseados nas suas receitas advindas das atividades realizadas nesses centros comerciais. O autor, ainda, sugere que pela representatividade do setor boa parte do tributo deveria ficar com a própria instituição no intuito de financiar e manter parte de suas atividades.

O trabalho de Rodrigues *et al.* (2016) investigou o impacto da instalação de usinas eólicas em municípios nordestinos e quais fatores são determinantes para a instalação de uma usina eólica. O método utilizado foi o pareamento de escore de propensão, onde foi elaborado um grupo de controle estatisticamente semelhante a um grupo de tratamento.

Foram construídos três grupos de controle e tratamento. O primeiro grupo de tratamento é composto pelos municípios que possuem alguma usina eólica em operação ou em

construção ao passo que o grupo de controle reflete os municípios com usinas em projeto ou com construção ainda não iniciada. No segundo grupo há uma mudança no grupo de controle, que passa a abranger todos os demais municípios nordestinos sem expectativa de implantação de uma usina eólica. Por fim, no terceiro grupo tem como tratamento os municípios com usina em operação e que fazem parte do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), enquanto que os municípios que possuem usina eólica em operação, mas não fazem parte desse programa.

A base de dados utilizada por Rodrigues *et al.* (2016) referente as informações das usinas foram colhidas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e os dados referentes ao mercado de trabalho que foram retirados da Relação Anual de Informação Social (RAIS). Também foi utilizada a variável velocidade do vento que foi retirada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os resultados indicam que os principais fatores determinantes na localização de uma usina eólica são a velocidade dos ventos e a população, no grupo 1 e 2. Para o terceiro grupo, os fatores principais foram à área do município, a população e a participação do PIB agrícola. No entanto, não foi encontrado nenhum impacto na geração de empregos com a instalação de usinas.

Koengkan *et al.* (2017) mensuram o impacto do setor de energia eólica no mercado de trabalho. Foi estudada a relação de causalidade entre a produção de energia eólica e o mercado de trabalho entre os anos de 1992 e 2014, por meio de um painel de vetores autorregressivos (PVAR).

O painel foi elaborado para nove países: China, Alemanha, Dinamarca, Espanha, Índia, Noruega, Suécia, Grã-Bretanha e Estados Unidos com dados anuais. Foram utilizadas variáveis como força de trabalho, produção de energia eólica per capita, consumo de óleo per capita e Produto Interno Bruto (PIB) per capita. Os dados foram transformados em per capita a fim de controlar as disparidades populacionais de cada país.

Os testes estatísticos indicaram que não há presença de multicolinearidade entre as variáveis e que há uma dependência *cross section* entre elas. Constatou-se a presença de estacionaridade nas principais variáveis e a presença de efeitos fixos. O principal resultado do modelo foi de que a produção de energia eólica tem impacto positivo no mercado de trabalho.

4 METODOLOGIA

4.1 Descrição dos dados

As Leis Complementar n° 63/90 e Ordinária n° 12.612/1996, juntamente com o Decreto n° 29.306/2008 determinam a publicação dos valores adicionados brutos de cada ente municipal. Dessa forma, o banco de dados (BD) será confeccionado a partir da extração dos montantes referentes a essa causa e constantes nos Diários Oficiais do Estado do Ceará (DOE) para o período compreendido entre os anos de 2005 e 2016.

Contudo, os valores dispostos da forma acima não são suficientes para uma interpretação conclusiva do estudo a ser fixado motivo pelo qual foi solicitado oficialmente, por meio do portal transparência Ceará, o montante correspondente ao Código Nacional de Atividade Econômica (CNAE) 3511501 - Geração de Energia Elétrica por município. Os dados disponibilizados pela SEFAZ/CE além de elencar os municípios que abrigam essa tecnologia, uma vez que os DOE não fazem distinção dos entes que possuem ou não geradores ou não, contribuem para o estudo prospectivo do capítulo seguinte no que pese a contribuição do VAF das empresas geradoras de energia eólica e sua representatividade com relação ao total do VAF desses municípios.

O Grupo de Tratamento foi formado a partir dos dados acima o qual dividiu o universo em municípios com e sem geração de energia resultante do movimento das massas de ar. A esse grupo atribuiu-se *dummy* de valor um (1).

A formação do Grupo de Controle utilizou-se de um critério mais rigoroso no intuito de minimizar a heterogeneidade dos dois conjuntos. Assim, baseando-se na média do valor adicionado fiscal dos municípios tratados para o período compreendido entre os anos de 2005 a 2009, foram criadas faixas de R\$ 22.000.000 (vinte e dois milhões de reais) atribuindo-se numeração sequencial para cada classe. A medida acima apresentou anualmente a quantidade de municípios tratados por classe, norteando a seleção do seu contra factual. Após a seleção do grupo de controle, verificou-se individualmente se os seus respectivos VAF estavam contidos no intervalo de confiança a um nível de 95% obtido a partir da equação $[\bar{X} \pm 1,96 * S]$. Constatou-se que apenas 8,54% dos dados não pertenceram ao intervalo comentado. Por fim, atribuiu-se a esse conjunto uma *dummy* de valor zero (0). A Tabela 1 evidencia os municípios alvos desse estudo diferenciando-os em Tratados e Controle.

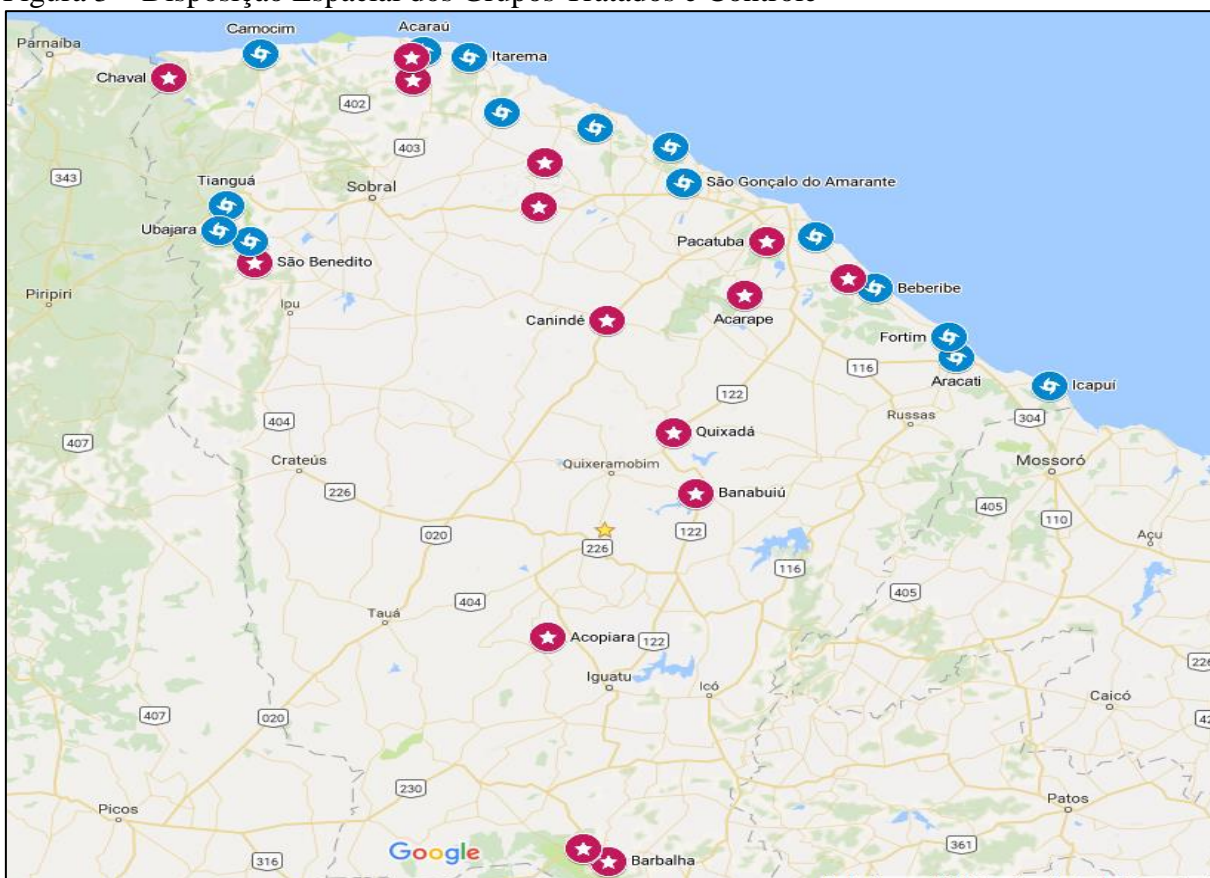
Tabela 1 – Municípios por Grupos de Tratados e Controle

MUNICÍPIOS GRUPO TRATAMENTO	MUNICÍPIOS GRUPO CONTROLE
ACARAU	ACARAPE
AMONTADA	BELA CRUZ
AQUIRAZ	CHAVAL
ARACATI	CRUZ
BEBERIBE	ACOPIARA
CAMOCIM	BANABUIU
FORTIM	SÃO BENEDITO
IBIAPINA	CANINDE
ICAPUI	ITAPAGE
ITAREMA	QUIXADA
PARACURU	CASCABEL
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	BARBALHA
TIANGUA	ITAPIPOCA
TRAIRI	PACATUBA
UBAJARA	CRATO

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela SEFAZ/CE

A Figura 3 ilustra a disposição espacial dos municípios com e sem aeroportos plotados na extensão territorial da unidade federativa cearense.

Figura 3 – Disposição Espacial dos Grupos Tratados e Controle



Fonte: Elaborado pelo autor

O período compreendido entre os anos de 2005 e 2009 reflete preponderantemente o espaço temporal anterior à efetiva geração de energia baseada nos ventos. A exceção se constitui nos entes municipais Itarema e Trairi que tiveram faturamento nesse quesito apenas nos anos de 2014 e 2013, respectivamente. Os demais evidenciam inícios operacionais a partir de 01/01/2010.

O aspecto tempo se materializa importante na medida em que se adotará uma *dummy* de valor zero (0) para antes da efetiva operação e outra *dummy* de valor um (1) para depois do evento. Para a maior parte dos municípios de ambos os grupos, o marco antes está compreendido entre os anos de 2005 a 2009 e o depois de 2010 a 2016. Observa-se que as exceções Itarema e Trairi terão como espelhos os municípios de Bela Cruz e Cruz que respeitarão os registros cronológicos correspondentes e seus respectivos pares.

Faz-se necessário explicar a metodologia para se encontrar o índice do Valor Adicionado Fiscal (VAF). O respectivo índice é a média entre os resultados das divisões do VAF de dois períodos anteriores de um município com o VAF total do Estado do Ceará para o mesmo período e o resultado de igual procedimento para o VAF do ano imediatamente anterior. Como detalhado na seção 2.2 desse trabalho a parte correspondente a esse recurso fica limitada até 75%, deflator que deve ser acrescentado à equação para obtenção do índice. Esse índice será utilizado para repasse apenas no ano seguinte. A seguir foi detalhado o procedimento de cálculo, o índice é expresso pela equação 1.

$$m\acute{e}dia \left(0,75 \cdot \frac{VA_{t-2}^{Município}}{VA_{t-2}^{Ceará}} + 0,75 \cdot \frac{VA_{t-1}^{Município}}{VA_{t-1}^{Ceará}} \right) \quad (1)$$

onde:

$VA_{t-1}^{Município}$: Valor Adicionado do Município para o ano anterior;

$VA_{t-1}^{Ceará}$: Valor Adicionado do Ceará para o ano anterior;

$VA_{t-2}^{Município}$: Valor Adicionado do Município para dois anos anteriores;

$VA_{t-2}^{Ceará}$: Valor Adicionado do Ceará para dois anos anteriores.

Diante do exposto nessa seção, adicionou-se ao banco de dados inicial as colunas intituladas de “GRUPO”, “CLASSE”, “INTERVALO DE CONFIANÇA”, “D1” e “D2”. A primeira se refere a qual grupo o município pertence se ao de Controle ou Tratamento; a segunda auxiliou, com base nos VAF do grupo de Tratamento, a escolha dos municípios que fariam parte do grupo de Controle, uma vez que para cada intervalo de R\$ 22.000.000,00 (vinte e dois milhões) foi atribuída uma classe diferente; a terceira com mesmo propósito da anterior

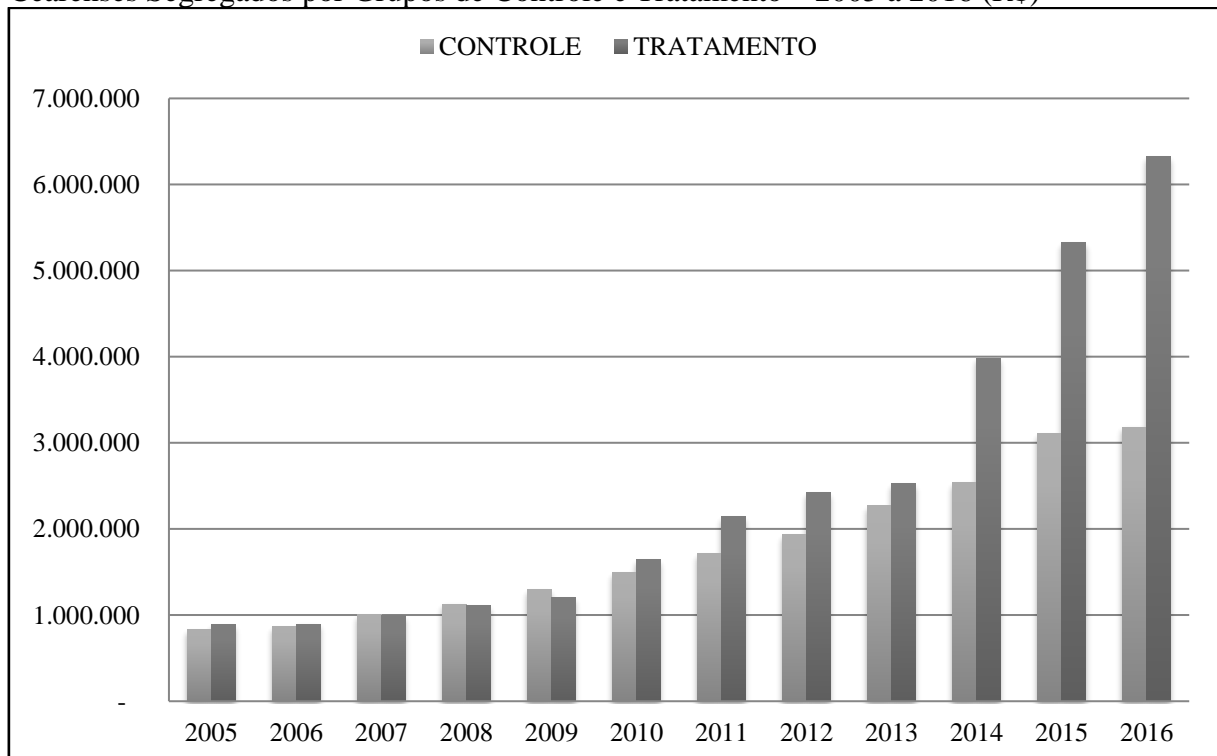
trouxe mais robustez matemática para seleção dos grupos; a coluna com nomenclatura “D1” é uma *dummy* que se zero (0) o ente municipal faz parte da amostra Controle e caso um (1) Tratamento; e a quinta e última relaciona com zero (0) período antes da geração de energia eólica compreendido entre os anos de 2005 e 2009 e com um (1) interstício igual ou maior ao ano de 2010.

4.2 Análise dos dados

Nessa seção realiza-se uma análise comparativa entre os grupos de Tratamento e Controle quanto aos seus valores adicionados fiscais. Verifica-se, também, o montante integrado ao VAF e sua representatividade com relação ao todo advindo apenas das empresas geradoras de energia eólica.

O Gráfico 3 apresenta a evolução do VAF entre os grupos para o interstício já mencionado. Percebe-se que no período correspondente aos anos de 2005 a 2009 (antes do tratamento) o montante do VAF caminhava de forma igualitária para os agentes. A partir do ano de 2010 (depois do tratamento) observa-se uma evolução mais significativa para os municípios Tratados.

Gráfico 3 – Evolução Comparativa dos Valores Adicionados Fiscais para os Municípios Cearenses Segregados por Grupos de Controle e Tratamento – 2005 a 2016 (R\$)

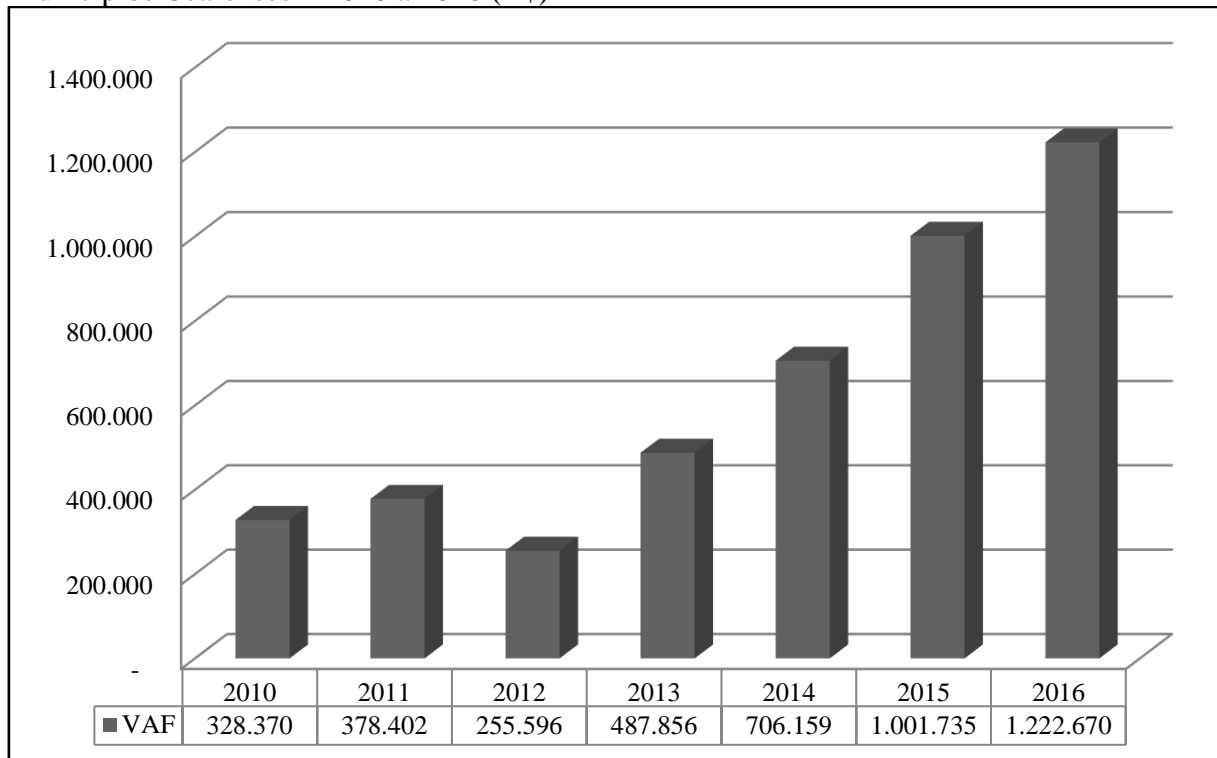


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela SEFAZ/CE (em milhões de reais)

Os próximos diagramas dizem respeito à capacidade contributiva da geração de energia eólica que passa pela parcela incrementada ao VAF e sua representatividade apresentados nessa sequência.

Antes da apresentação do próximo esquema cabe uma observação importante. Destaque que o valor evidenciado como faturamento proveniente do setor eólico por si só não corresponde necessariamente ao montante incrementado para o cálculo da cota parte do ICMS. Essa afirmação se deve ao fato da Instrução Normativa nº 05 de 2014 determinar os Códigos Fiscais de Operações e Prestações (CFOP) que devem fazer parte do cálculo. Diametralmente, o faturamento está relacionado intimamente com venda de produtos relacionados à atividade fim da empresa. Assim, sendo uma operação de saída que ficaria a margem pelo critério simplório do faturamento é adicionado pela Instrução Normativa em vigor. A consequência das adições e subtrações dessas operações se materializa no valor adicionado fiscal propriamente dito e apresentado no Gráfico 4.

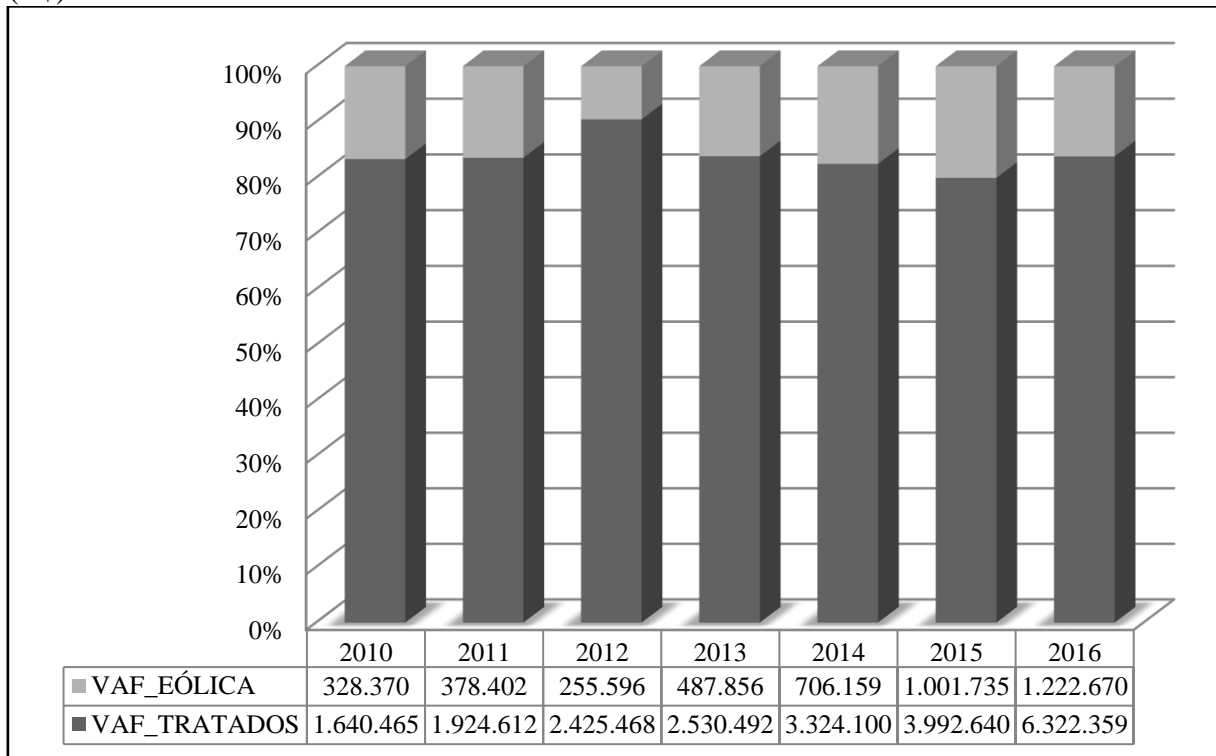
Gráfico 4 – Incremento Líquido Originário do Setor Eólico ao Valor Adicionado Fiscal dos Municípios Cearenses – 2010 a 2016 (R\$)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela SEFAZ/CE (em milhões de reais)

O Gráfico 5 demonstra a parcela incorporada pelas empresas de geração de energia eólica aos montantes efetivamente registrados e lançados nos respectivos DOE a título de repatriação do ICMS.

Gráfico 5 – Parcela Incorporada aos Valores Adicionados Fiscais Originários do Setor Eólico Relacionados com o VAF Total dos Municípios que possuem Aero Geradores – 2010 a 2016 (R\$)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela SEFAZ/CE (em milhões de reais)

Adianta-se que o salto verificado no Gráfico 3 – Evolução do VAF por Grupo de Controle e Tratados pode ser explicado pelos diagramas que se sucedem limitado ao de numeração quatro.

4.3 Metodologia econométrica

O impacto da geração de energia elétrica proveniente dos aero geradores nos entes cearenses será investigado através do método “*Diferença em Diferença*” aplicado as cidades que abrigam essa tecnologia (Grupo de Tratamento), comparado à seleção de outros municípios que não compartilham do mesmo recurso (Grupo de Controle), limitando-se ao período compreendido entre 2005 e 2016.

Segundo Wooldridge (2010), o modelo “*Diferença em Diferença*” contempla os dois grupos, tratamento e controle. Esses grupos são comparados antes e depois do marco da efetiva geração de energia. O período anterior abrangerá o interstício de cinco anos antes da constituição do parque e o posterior até seis anos após a implantação do mesmo programa. As diferenças de cada grupo nos dois períodos serão comparadas entre si com objetivo de analisar

se são estatisticamente significantes. Esquemáticamente, o método “*Diferença em Diferença*” é representado conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo do Método “Diferenças em Diferenças”

	ANTES	DEPOIS	DIFERENÇA
TRATAMENTO	A	B	A – B
CONTROLE	C	D	C – D
DIFERENÇA	A – C	B – D	(C – D) – (A – B)

Fonte: Elaborada pelo autor

Os valores das diferenças entre A e B (grupo de tratamento) e entre C e D (grupo de controle) mostram a variação ocorrida em cada grupo individualmente antes e após a implantação do empreendimento, respectivamente. Já as diferenças entre A e C e entre B e D evidenciam as variações ocorridas entre os grupos de tratamento e controle antes e após a instalação dos parques.

Matematicamente, o método “*Diferença em Diferença*” pode ser representado com a seguinte equação:

$$G3 = (y_{2,b} - y_{2,a}) - (y_{1,b} - y_{1,a}) \quad (2)$$

Na equação 2 o G3 é a estimativa através do método “*Diferença em Diferenças*”. O y_1 e y_2 correspondem à média da variável para cada grupo antes e depois da entrada em vigor da geração de energia eólica, respectivamente. Já as letras utilizadas na equação representam o grupo a qual os dados pertencem: se letra a, grupo de controle; e se letra b, grupo de tratamento.

Representando o método “*Diferença em Diferenças*” através de uma regressão e criando as variáveis *dummies*, podemos ter a seguinte equação:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 d_{2it} + \beta_2 d_{1it} + \beta_3 d_{2it} d_{1it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Destaca-se, nesse sentido, que foram utilizadas duas variáveis *dummies*: d1 e d2. A *dummy* d1 terá valor igual a um para o grupo de tratamento e zero para o grupo de controle. Já a *dummy* d2 terá valor igual a um quando os dados se referem ao período posterior à implantação do empreendimento e zero, caso contrário.

4.4 Modelo econométrico

A estimação do impacto ocasionado pela implantação dos parques eólicos nos municípios cearenses no que diz respeito à cota parte do ICMS, critério estritamente relacionado

com o Valor Adicionado Fiscal, foi obtida através de duas regressões lineares múltiplas que contemplaram o Valor Adicionado Fiscal (V_{at-1}) do período imediatamente anterior e as *dummies* de tratamento e do período.

A variável independente (V_{at-1}) foi incluída na estimação devido à característica dos dados de série temporal. Essa sistemática de dados carrega consigo muitas informações da sua linha histórica, assim, valores adicionados fiscais do presente possuem em sua estrutura valores oriundos do seu passado recente a menos que haja um evento abrupto que descaracterize essa lógica. Ademais, conforme explicado na seção 3 desse trabalho, o respectivo índice é a média entre os resultados das divisões do VAF do ano anterior de um município com o VAF total do Estado do Ceará e o resultado de igual procedimento para o VAF do ano presente. O teste de Correlação de Pearson corrobora com a inclusão da variável independente, haja vista que a mesma se correlaciona fracamente com as outras variáveis independentes. Assim, foram construídas as equações de numeração (4) e (5).

$$V_{atit} = \beta_0 + \beta_1 Eólica_{it} + \beta_2 depois2009_{it} + \beta_3 Eólica. depois2009_{it} + \beta_4 V_{at-1it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

$$\log V_{atit} = \alpha_0 + \alpha_1 Eólica_{it} + \alpha_2 depois2009_{it} + \alpha_3 Eólica. depois2009_{it} + \alpha_4 \log V_{at-1it} + \epsilon_{it} \quad (5)$$

A equação de número (4) analisa a variável dependente V_{atit} dimensionando, em nível, o impacto provocado pelas variáveis exógenas iniciadas com β_0 referente às médias dos VAF do Grupo Controle antes do surgimento das fazendas eólicas, β_1 que mensura o impacto dos municípios do Grupo Tratados, sendo a nomenclatura *Eólica* uma variável *dummy* que assume valor um (1) se o município possui turbina eólica em sua faixa territorial e zero (0) caso contrário, β_2 é o índice que analisa a repercussão do empreendimento após o ano de 2009 tendo a descrição *depois2009* valores que assume numeração um (1) para dados posteriores ao surgimento da tecnologia em questão e zero (0) caso contrário, β_3 é o coeficiente que determinará o real impacto da relação entre os municípios Tratados e a sua respectiva comercialização de energia elétrica com marco inicial após o ano de 2009 e, por fim, β_4 representando os valores adicionados fiscais de um período anterior ao observado.

A diferença substancial entre as equações (4) e (5) reside no termo *log* antes das variáveis V_{atit} e V_{at-1it} demonstrando o quanto a variação percentual do termo independente, juntamente com as demais *dummies*, explica a elasticidade do termo endógeno.

Para uma melhor compreensão do modelo desenvolvido acima expomos a Tabela 3 com o objetivo de elucidar ainda mais cada variável, seja individual ou correlacionada, trazida a campo até aqui.

Tabela 3 – Modelo Econométrico "Diferenças em Diferenças"

MÉDIAS POR GRUPO	ANTES	DEPOIS	VARIAÇÃO
TRATAMENTO	TA	TD	TD – TA
CONTROLE	CA	CD	CD – CA
VARIAÇÃO DAS VARIAÇÕES	(TD-TA) - (CD-CA)		

Fonte: Elaborado pelo autor

Informações extraídas da tabela acima conjuntamente com a equação da estimação:

A. Valor médio do VAF do Grupo de Controle antes do empreendimento:

$$CA = \beta_0 + \beta_1 * 0 + \beta_2 * 0 + \beta_3 * 0 + \beta_4$$

$$CA = \beta_0 + \beta_4$$

B. Valor médio do VAF do Grupo de Controle após o empreendimento:

$$CD = \beta_0 + \beta_1 * 0 + \beta_2 * 1 + \beta_3 * 0 + \beta_4$$

$$CD = \beta_0 + \beta_2 + \beta_4$$

C. Diferença entre o Valor médio do VAF do Grupo de Controle antes e depois do empreendimento:

$$CD - CA = (\beta_2)$$

D. Valor médio do VAF do Grupo de Tratamento antes o empreendimento:

$$TA = \beta_0 + \beta_1 * 1 + \beta_2 * 0 + \beta_3 * 0 + \beta_4$$

$$TA = \beta_0 + \beta_1 + \beta_4$$

E. Valor médio do VAF do Grupo de Tratamento depois o empreendimento:

$$TD = \beta_0 + \beta_1 * 1 + \beta_2 * 1 + \beta_3 * 1 + \beta_4$$

$$TD = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$$

F. Diferença entre o Valor médio do VAF do Grupo de Tratamento antes e depois do empreendimento:

$$TD - TA = (\beta_2 + \beta_3)$$

G. Diferenças em diferenças ou impacto gerado pelo empreendimento:

$$(\beta_2 + \beta_3) - (\beta_2) = +(\beta_3)$$

5 RESULTADOS

Essa seção norteia-se na apresentação dos resultados das estimações baseadas no Modelo de Regressão Linear através dos Mínimos Quadrados Ordinários para o estimador da diferença em diferença. O modelo foi desenvolvido com a finalidade de mensurar o impacto gerado pela instalação dos parques eólicos nos valores adicionados fiscais dos quinze municípios cearenses que possuem essa tecnologia.

A Tabela 4 evidencia os produtos das regressões lineares múltiplas para ambos os módulos: nível e elasticidade, respectivamente.

Tabela 4 – Resultados da Regressão para o Valor Adicionado e sua Evolução nos Municípios Selecionados – 2010 a 2016

VARIÁVEIS	POOL V_{at}	POOL $\log V_{at}$
Intercepto	-3.090.177 (0.3389)	0,57935 (0.0267)*
Tratamento	-3.099.948 (0.0035)*	-0,01927 (0.5963)
Depois	-2.022.099 (0.4770)	0,07733 (0.0591)**
Tratamento Depois	27.632.267 (0.0149)*	0,13008 (0.0113)*
VAT/ LOG(VAT_1)	1,166305 (0.0000)*	0,97119 (0.0000)*
R^2	0,9387	0,9504
\bar{R}^2	0,938	0,9499
Estatística F	1359,26	1703,04
F p-valor	0.0000	0.0000
Durbin-Watson stat	1,73198	2,259524
N° Obs.	360	360

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Valores entre parênteses representam o p-valor robusto a heterocedasticidade, MQGA (WHITE, 1980).

*Significante a 5%. / **Significante a 10%. Não significante.

O resultado apresenta estatísticas significantes ao nível de 5% para o coeficiente β_3 (Tratamento Depois), o referido índice determina o impacto em ambas às estimações para o modelo econométrico diferenças em diferenças. Tal fato significa dizer que houve uma variação percentual de 13,08% com incremento financeiro de aproximadamente 28 milhões de reais ao Valor Adicionado Fiscal após a construção do empreendimento eólico nos municípios cearenses em questão. O resultado corrobora com o estudo sistemático apresentado na seção 4 dessa dissertação, onde se demonstra, inicialmente, um importante incremento (em média 20%) originário da geração de energia eólica.

O Valor Adicionado Fiscal (V_{at-1}) também se comportou estatisticamente significativa ao nível de 5% tanto para a elasticidade quanto para o modelo em nível. Conforme foi dito anteriormente, a menos que haja um fato preponderante capaz de romper o ciclo, dados econômicos costumam seguir uma linha constante ao longo do tempo.

A leitura dos resultados segue com interpretação estatisticamente significativa para o coeficiente β_0 (*intercepto*) para o modelo em elasticidade e a contribuição negativa do Grupo Tratados em aproximadamente 3,1 milhões para o modelo em nível.

Os dados em painel seguiram balanceados em número de 360 observações distribuídas em um conjunto de dados de corte transversal de 30 indivíduos ao longo da série temporal correspondente a 12 anos de observação condição que o classifica como um Painel Curto ($N > T$).

O índice da estatística F convalidou a estimação dos modelos em sua plenitude. O R^2 representa o universo explicado pelas variáveis independentes estatisticamente significantes que se situa com percentual na casa dos 94%.

A seguir são abordadas outras considerações com intuito de tornar a estimação mais robusta. Descartou-se a estimação dos dados em painel por efeito fixo, haja vista que esse método expurga qualquer variável explicativa que seja constante ao longo do tempo. Diante da assertiva optamos pelo *pool*, contudo ao testarmos a igualdade da variância dos resíduos dos municípios identificamos que os mesmos não apresentavam valores constantes. A detecção de que os erros são heterocedásticos justifica a utilização neste estudo do estimador de Mínimos Quadrados de acordo com a proposta de White.

Em conjunto, os resultados das estimações sugerem que a partir da geração de energia eólica foi possível uma parcela maior da cota parte do ICMS por parte dos municípios que possuem em seus territórios usinas de transformação de energia cinética do vento em energia elétrica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como escopo a análise do impacto promovido pelas fazendas de geração de energia eólica na distribuição da cota parte do ICMS exclusivamente relacionado com o Valor Adicionado Fiscal.

Ao longo do estudo constatou-se a escalada da produção energética derivada da força dos ventos como alternativa eficaz contra o desabastecimento elétrico seja pelo seu enorme potencial como pelo seu competitivo custo de produção. Outro ponto relevante abordado foi o paralelo entre o consumo de energia elétrica e a sua contribuição aos cofres públicos estaduais através do ICMS. O tributo é a principal fonte de financiamento dos Estados possuindo em suas esferas o ICMS com maior poder arrecadatório. A expressiva taxação incidente sobre a energia elétrica contribui para que esse segmento configure como um dos grandes contribuintes do referido imposto.

Diametralmente a arrecadação propriamente dita do tributo em questão, apresentou-se a repatriação desses ingressos aos municípios observando o fundamento do valor adicionado fiscal. O trabalho elegeu esse critério para verificar se a comercialização da energia gerada pelos aero geradores espalhados nos quinze municípios cearenses impactou de forma positiva para que os mesmos obtivessem um percentual mais significativo da cota parte do ICMS.

Através da metodologia econométrica diferença em diferença, analisando os modelos de forma elástica e em nível, foi possível mensurar um incremento financeiro de aproximadamente vinte e oito milhões de reais aos municípios com aero geradores o que perfaz uma variação percentual positiva na casa dos 13,08%. Conclui-se, baseado nessa injeção ao VAF, que tal tecnologia contribuiu para o aumento das receitas municipais advindo da distribuição constitucional do ICMS. Tais resultados podem ser justificados pelo volumoso investimento demandado por cada projeto e sua expectativa de retorno, além do aquecimento da economia local de setores como o do comércio em geral, fornecimento de alimentos, combustível e geração de emprego.

As informações contidas nesse trabalho revelam-se importantes para os gestores municipais em prol de um incentivo mais agudo da prospecção de novos parques eólicos em seus territórios, haja vista que essa decisão pode ser imperativa para um maior ingresso de recursos financeiros.

Por fim, sugere-se para estudos futuros a inclusão de outras fontes que assim como a eólica vem ganhando maior visibilidade no cenário cearense como a energia solar,

termoelétricas e maremotriz adicionadas da comercialização de suas peças e equipamentos com o mesmo intuito de determinar sua contribuição aos cofres municipais.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Ricardo. **Direito Tributário Esquematizado**. 7. ed. São Paulo: Método, 2013.

BEZERRA, Francisco Diniz; SANTOS, Lucas Sousa. Potenciais da energia eólica no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, Ano 2, n. 5, mai. 2017.

BRASIL. Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990. Dispõe sobre critérios e prazos de crédito das parcelas do produto da arrecadação de impostos de competência dos Estados e de Transferências por estes recebidas, pertencentes aos Municípios, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 jan. 1990, seção 1, p. 873. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp63.htm>. Acesso em: 02 mai. 2017.

CEARÁ. Lei nº 12.612, de 07 de agosto de 1996. Define, na forma do Art. 158, Parágrafo Único, II, da Constituição Federal, critérios para distribuição da parcela de receita do produto de arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. **Diário Oficial do Estado**, Poder Executivo, Fortaleza, CE, 12 ago. 1996. Disponível em: <http://www.sefaz.ce.gov.br/Content/aplicacao/internet/Legislacao_Download/gerados/legislacao_2011.asp>. Acesso em: 02 mai. 2017.

FRANCELINO, Diego Alfonso Ribeiro. **O Potencial da energia eólica ante cenários de crescimento econômico no Estado do Ceará**. 2008. 94f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

GARBE, Ernesto Augusto *et al.* Projeto conceitual e análise de viabilidade econômica de unidade de geração de energia elétrica eólica na Lagoa dos Patos – RS. **Revista Economia e Energia**, Rio de Janeiro, n. 83, out./dez. 2011.

KOENGGAN, Matheus; FUINHAS, José Alberto; MARQUES, António Cardoso. O impacto da produção de energia eólica no mercado de trabalho: uma abordagem PVAR. **Revista de Estudos Sociais**, v. 19, n. 38, 2017.

RODRIGUES, Thiago Pastorelli; GONÇALVES, Solange Ledi; CHAGAS, André Luis Squarize. **Brazilian wind farms and its impacts in the labor market of the municipalities in northeast region**. Working paper n. 36, University of São Paulo (FEA-USP), 2016.

SEFAZ - Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará. Disponível em: <www.sefaz.ce.gov.br>.

SILVEIRA, Erasmo Augusto de Azevedo. **A difusão da acessibilidade às energias alternativas eólica e solar e o efeito na arrecadação tributária do ICMS no estado do Ceará**. 2012. 112f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: Estimativa**

da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada. 2012. 220f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TAVARES, Estevão. **Energia Eólica: Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 2016.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, p. 817-838, 1980.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria**. Uma abordagem moderna. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA 5

Tabela 5 – Resultado: teste de correlação

VARIÁVEL	D1	D1XD2	D2	VAT_1
D1	1.000000	0.611593	-9.91E-18	0.082734
D1XD2	0.611593	1.000000	0.559444	0.266509
D2	-9.91E-18	0.559444	1.000000	0.321448
VAT_1	0.082734	0.266509	0.321448	1.000000

Fonte: Elaborada pelo autor

APÊNDICE B – TABELA 6

Tabela 6 – Tabela de Pearson

PARÂMETROS	INTERPRETAÇÃO
SE $0,00 < P < 0,30$	EXISTE FRACA CORRELAÇÃO LINEAR
SE $0,30 \leq P < 0,60$	EXISTE MODERADA CORRELAÇÃO LINEAR
SE $0,60 \leq P < 0,90$	EXISTE FORTE CORRELAÇÃO LINEAR
SE $0,90 \leq P < 1,00$	EXISTE CORRELAÇÃO LINEAR MUITO FORTE

Fonte: Elaborada pelo autor

APÊNDICE C – TABELA 7

Tabela 7 – Resultado: Teste de heterocedasticidade V_{at} e $\log V_{at}$

VARIÁVEIS	Probability -POOL Vat	Probability - POOL Log(Vat)
Bartlett	0.0012	0.0012
Levene	0.0003	0.0003
Brown-Forsythe	0.0005	0.0005

Fonte: Elaborada pelo autor