



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

WLADIMIR DE MACEDO BARBOSA

IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA ECONOMIA
NORDESTINA

FORTALEZA

2024

WLADIMIR DE MACEDO BARBOSA

IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA ECONOMIA
NORDESTINA

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. Nicolino Trompieri Neto

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B213i Barbosa, Wladimir de Macedo.
 Impactos econômicos das energias renováveis na economia nordestina / Wladimir de Macedo
 Barbosa. –2024.
 32 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
 Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público,
 Fortaleza, 2024.
 Orientação: Prof. Dr. Nicolino Trompieri Neto.
1. Produto Interno Bruto. 2. Energias Renováveis. 3. Matriz Insumo-Produto. 4. Economia do
 Nordeste. I. Título.

CDD 330

WLADIMIR DE MACEDO BARBOSA

IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA ECONOMIA
NORDESTINA

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: **29 de fevereiro de 2024.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nicolino Trompieri Neto (Orientador)
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Prof. Dr. Christiano Modesto Penna
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cristiano da Costa da Silva
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e motivação para superar as dificuldades.

A minha mãe, sempre se orgulhando de cada conquista.

Ao meu pai que recentemente partiu para o plano superior, mas que sempre me deu força, confiança com conselhos e ensinamentos, e que sempre estará presente na minha memória.

A minha esposa Samia, pessoa com quem amo partilhar a vida, minha melhor amiga, grande amor da minha vida e que de forma sincera, paciente e sempre sensata, me aconselha, traz força, coragem e motivação. Essa conquista é tão sua quanto minha.

A minha filha Luna que trouxe a nossas vidas a felicidade e a grande razão de nossa existência.

A todos os professores e colegas do mestrado, que me ajudaram a trilhar de forma leve, bem-humorada, mas com responsabilidade, sabedoria, troca de experiências e muito aprendizado.

Ao professor Nicolino Trompieri Neto, meu orientador e grande ser humano, que sempre me apoiou desde a graduação até esse importante degrau da vida.

A todos vocês, meu muito obrigado.

RESUMO

A energia é essencial para o desenvolvimento humano, com possibilidade de esgotamentos das matrizes energéticas convencionais e do grave desequilíbrio ambiental, cresce a conscientização da sociedade na busca de fontes renováveis de produção de energias limpas e sustentáveis, dado que além de causarem impactos ambientais substancialmente menores, ainda evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera. Dentre os principais tipos de energias renováveis podemos citar a energia solar, energia eólica, energia hidráulica, biomassa, biogás, biodiesel e geotérmica, onde cada vez mais essas energias vem ganhando espaço e competindo com as energias já existentes no Brasil, com grande ritmo de crescimento na região Nordeste, dada a forte potencialidade natural dos ventos e da alta incidência de radiação solar. A presente dissertação analisou os impactos econômicos gerados pelos investimentos públicos em energias renováveis na região Nordeste realizados pelo Programa de Financiamento à Micro e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica e Sistemas Offgrid (FNE Sol) mantido pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), utilizando a metodologia de Matriz de Insumo-Produto. Os resultados mostram uma considerável evolução da atividade econômica de produção de energia no Nordeste. Em decorrência do forte crescimento da produção das energias renováveis eólica e solar, com impactos econômicos quantificados no Valor Adicionado Bruto (VAB), Emprego, Massa Salarial e Tributos.

Palavras-chave: Produto Interno Bruto. Energias Renováveis. Matriz Insumo-Produto. Economia do Nordeste.

ABSTRACT

Energy is essential for human development, with the possibility of depletion of conventional energy matrices and serious environmental imbalance, society's awareness is growing in the search for renewable sources of clean and sustainable energy production, given that in addition to causing substantially lower environmental impacts, they also avoid the emission of tons of carbon dioxide into the atmosphere. Among the main types of renewable energies we can mention solar energy, wind energy, hydraulic energy, biomass, biogas, biodiesel and geothermal, where these energies are increasingly gaining ground and competing with the energies already existing in Brazil, with a great pace of growth in the Northeast region, given the strong natural potential of winds and the high incidence of solar radiation. This dissertation analyzed the economic impacts generated by public investments in renewable energy in the Northeast region carried out by the Financing Program for Distributed Micro and Minigeneration of Electric Energy and Offgrid Systems (FNE Sol) maintained by Banco do Nordeste do Brasil (BNB), using the Input-Output Matrix methodology. The results show a considerable evolution in the economic activity of energy production in the Northeast. Due to the strong growth in the production of wind and solar renewable energy, with economic impacts quantified in Gross Value Added (GVA), Employment, Wage Mass and Taxes.

Keywords: Gross Domestic Product. Renewable energy. Input-Product Matrix. Northeast Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira.....	16
Figura 2 - Evolução da participação das fontes na geração de energia elétrica do Subsistema Nordeste – 2010-2020 (%).....	17

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Contratações FNE-sol (PF e PJ).....	26
Gráfico 2 - Valores Contratados (R\$ milhões) FNE-sol (PF e PJ).....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos principais estudos sobre o tema.....	15
Quadro 2 - Matriz Insumo Produto para 2 produtos.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva das contratações e valores gerais (PF+PJ) - 2019:2023..	27
Tabela 2 - Choques dos investimentos do FNE-Sol no valor adicionado, emprego, salários e tributos.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1	O crescimento da energia eólica no Nordeste.....	15
2.2	O Programa FNE Sol.....	19
3	METODOLOGIA.....	22
4	RESULTADOS.....	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

No contexto global, de mudanças climáticas, decorrente da emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis, tem levado instituições públicas e privadas a buscar alternativas mais limpas e sustentáveis. Além dos impactos ambientais, há preocupações com a finitude dos recursos não renováveis e com a dependência econômica de regiões ricas nesses recursos.

A transição para fontes renováveis de energia, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica, oferece vantagens significativas, incluindo redução das emissões de gases de efeito estufa, diversificação da matriz energética e estímulo à inovação tecnológica e ao desenvolvimento econômico.

Nesse ponto, destaca-se o crescimento da utilização da energia eólica no Brasil, em especial na região Nordeste. A disposição geográfica da região Nordeste é favorecida com a intensidade e constância dos ventos, além de possuir quatro sub-regiões (Meio Norte, Sertão, Agreste e Zona da Mata), as quais apresentam diferentes características que afetam o comportamento da velocidade dos ventos, de tal forma que potencializam o trabalho dos aerogeradores.

No âmbito econômico, a literatura tem mostrado que a adoção desse tipo de energia, impacta positivamente sobre a criação de empregos, no aumento da resiliência energética e a democratização do acesso à energia, especialmente em regiões remotas ou em desenvolvimento. No entanto, existem alguns obstáculos a serem considerados, como a intermitência de algumas fontes renováveis, a necessidade de infraestrutura de armazenamento e distribuição adequada, bem como o implemento de políticas que incentivem esse processo, e que precisam ser abordados para garantir uma transição eficaz para um futuro sustentável.

Podemos destacar o papel do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), o qual, dentre alguns programas, lançou o chamado FNE Sol. Esse Programa foi criado, em 2016, pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), o qual aparece como um dos impulsionadores do expressivo crescimento do setor de energias renováveis. A saber, apenas contabilizando o setor de energia eólica, o BNB contratou operações que somam mais de R\$ 17 bilhões para a implantação de empreendimentos eólicos em sua área de atuação (Bezerra, 2019).

Como parte do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), O FNE Sol tem como objetivo principal o fomento ao uso da energia renovável na região nordestina, oferecendo financiamento e condições favoráveis a seus beneficiários e seus respectivos empreendimentos. O FNE Sol é uma linha de financiamento à geração de energia por fontes

renováveis, cujas modalidades são a de geração centralizada, micro e minigeração distribuída, bem como sistemas off grid, ou seja, os sistemas não conectados à rede convencional de energia elétrica, no qual o excedente é deslocado para as baterias que acumularão a carga para posterior utilização.

Assim, em suma, o panorama do crescimento da energia renovável no Nordeste brasileiro é bastante promissor, refletindo um compromisso crescente com a sustentabilidade e a diversificação da matriz energética do país. Com o contínuo desenvolvimento tecnológico e o apoio de políticas públicas, espera-se que essa tendência de crescimento se mantenha e que a região continue a desempenhar um papel de destaque na transição para uma economia de baixo carbono.

Diante disso, faz-se necessário a avaliação desses tipos de programas e seus impactos para a sociedade. O estudo em tela se propõe a analisar os impactos econômicos, gerados pelos investimentos públicos, em energias renováveis na região Nordeste, os quais foram realizados pelo Programa de Financiamento à Micro e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica e Sistemas Offgrid (FNE Sol). Para cumprir tal objetivo, é adotada a metodologia da Matriz de Insumo-Produto.

O restante do trabalho é dividido da seguinte forma: a próxima seção (Seção 2) traz uma breve revisão da literatura sobre a temática, com ênfase no crescimento da energia eólica no Nordeste e acerca do Programa FNE Sol. Em seguida, as Seções 3 e 4, apresentarão a metodologia adotada e os resultados, respectivamente. E, por fim, na seção 4, as considerações finais.

As citações, observações, análises e conclusões relacionadas a quaisquer referências à empresa Banco do Nordeste do Brasil S.A. contidas neste trabalho acadêmico, e suas eventuais implicações, são de inteira responsabilidade do autor e não representam, necessariamente, o pensamento ou a concordância da Instituição e nem de seus administradores.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Simas e Paccas (2013) descreveram como animador o crescimento da energia eólica no Brasil e o impacto positivo que ela estava trazendo, tanto em termos de benefícios ambientais quanto sociais. Conforme os autores o Brasil está testemunhando um rápido crescimento na capacidade instalada de energia eólica, com projetos contratados nos últimos anos que poderiam quintuplicar essa capacidade. Isso demonstra um forte impulso em direção a fontes de energia mais limpas e renováveis.

Conforme os resultados dessa pesquisa a expansão da energia eólica estava gerando empregos significativos, tanto diretos quanto indiretos. A estimativa era de 195 mil empregos até 2020, uma prova do potencial dessa indústria para criar oportunidades de trabalho, especialmente na construção civil e em áreas rurais.

Em se tratando da questão energética Montoya e Pasqual (2015) realizam uma análise detalhada do consumo setorial da Matriz Energética brasileira de 2009, desagregando-o em 53 setores. A partir disso, constroem um modelo insumo-produto híbrido para avaliar os requisitos setoriais e as emissões de CO₂ por fontes de energia.

Os resultados destacam que os setores de Transporte, Energético e Fabricação de aço e derivados exercem uma pressão significativa sobre o consumo de energia, especialmente de energia fóssil. Isso sugere uma dependência considerável desses setores em fontes não-renováveis de energia.

Além disso, o estudo observa que o aumento da renda das famílias contribui de forma significativa para o consumo de energia e a emissão de CO₂ no país, especialmente quando as famílias consomem serviços e bens de uso pessoal. Esse efeito é denominado efeito induzido.

Diante desses resultados, os esforços para reduzir as emissões de CO₂ devem ser direcionados principalmente para os setores produtivos intensivos no uso de energia não-renovável. Além disso, o comportamento do consumidor, particularmente no que se refere ao consumo de serviços e bens pessoais, também precisa ser considerado como parte das estratégias de redução de emissões.

O estudo proposto por Ribeiro *et al.* (2020) é de extrema importância para entender os impactos dos investimentos em energia eólica sobre os setores econômicos do semiárido baiano. A análise da matriz insumo-produto pôde revelar quais setores da economia do semiárido baiano são mais sensíveis aos investimentos em energia eólica. Tal fato colaborou para identificar setores que são mais impactados pelos aportes no setor eólico.

Os resultados apresentados corroboram a importância dos investimentos em energia eólica para o desenvolvimento econômico do semiárido baiano, 18 bilhões de reais investidos em energia eólica têm um impacto considerável na produção total do semiárido, destacando a relevância desse setor para a economia local. Os 28 bilhões de reais em impactos diretos e indiretos demonstram o efeito multiplicador dos investimentos.

Foram mais de 3.300 empregos gerados pela indústria eólica, que significa uma oportunidade para a população local, especialmente em uma região onde a criação de empregos pode ser um desafio. O destaque dos setores de construção civil e indústria extrativa na geração de empregos ressalta a importância desses setores para a economia local.

Os investimentos em energia eólica não apenas impulsionam a economia local, mas também têm o potencial de promover o desenvolvimento regional, criando oportunidades de emprego e renda em áreas rurais e contribuindo para a redução das disparidades regionais.

A pesquisa de De Oliveira *et al.* (2021) aborda a avaliação dos efeitos da instalação de parques eólicos na região da Costa Sul Gaúcha. O texto destaca que a transição para fontes de energia renovável, como a eólica, surge como uma solução para os desafios ambientais e energéticos.

Em termos econômicos, a pesquisa demonstra que a implementação dos parques eólicos gerou impactos positivos. A curto prazo, houve um aumento significativo na produção econômica local, a criação de empregos diretos e indiretos, e um incremento no valor adicionado bruto. No longo prazo, os parques eólicos continuaram a impulsionar o crescimento econômico da região, contribuindo para um aumento na arrecadação de impostos, crescimento contínuo na produção econômica e geração de empregos. Assim, além dos benefícios ambientais da energia eólica, o estudo ressalta que a implementação desses parques traz consigo impactos econômicos positivos, reforçando a viabilidade da energia renovável como uma estratégia de desenvolvimento sustentável.

A nível internacional Markaki *et al.* (2013) analisam a energia renovável na Grécia, os autores buscam calcular os investimentos em energia "verde", por setor industrial, que a Grécia precisaria para cumprir uma série de metas energéticas e ambientais adotadas no contexto do pacote de energia e mudança climática da Comissão Europeia. A segunda parte da pesquisa consiste em calcular os impactos macroeconômicos desses investimentos "verdes" na produção e no emprego na economia grega.

Para isso, a análise *input-output* (Matriz Insumo Produto) foi utilizada para estimar os efeitos macroeconômicos diretos, indiretos e induzidos associados à implementação de medidas selecionadas de conservação de energia, promoção de tecnologias de energia

renovável. Os resultados mostraram que os investimentos necessários atingiriam o montante de €47,9 bilhões, no período de 2010 a 2020. Esses investimentos resultarão em um aumento médio anual do produto nacional em €9,4 bilhões, criando simultaneamente 108.000 empregos equivalentes em tempo integral para todo o período em consideração. O emprego gerado por €1 milhão de investimento é relativamente maior em projetos de economia de energia em edifícios e transporte em comparação com o desenvolvimento de energias renováveis no setor de geração de energia.

Quadro 1 – Síntese dos principais estudos sobre o tema

Autor(es)	Principais Resultados
Simas e Paccas (2013)	Crescimento da energia eólica no Brasil e seus impactos positivos ambientais e sociais.
	Rápido crescimento na capacidade instalada de energia eólica, com potencial para quintuplicar essa capacidade.
	Estimativa de 195 mil empregos até 2020, principalmente na construção civil e áreas rurais.
Montoya e Pasqual (2015)	Setores de Transporte, Energético e Fabricação de aço são intensivos em energia não renovável.
	Aumento da renda das famílias contribui significativamente para o consumo de energia e emissão de CO ₂ .
Ribeiro <i>et al.</i> (2020)	Investimentos em energia eólica têm impactos positivos significativos na economia do semiárido baiano.
	Potencial para gerar mais de 3.300 empregos, com destaque para construção civil e indústria extrativa.
De Oliveira <i>et al.</i> (2021)	Implementação de parques eólicos na Costa Sul Gaúcha gerou impactos econômicos positivos, incluindo aumento na produção econômica local, criação de empregos e incremento no valor adicionado bruto.
Markaki <i>et al.</i> (2013)	Investimentos necessários em energia "verde" na Grécia atingiriam €47,9 bilhões, resultando em aumento médio anual do produto nacional em €9,4 bilhões e criação de 108.000 empregos.

Fonte: Elaboração do autor.

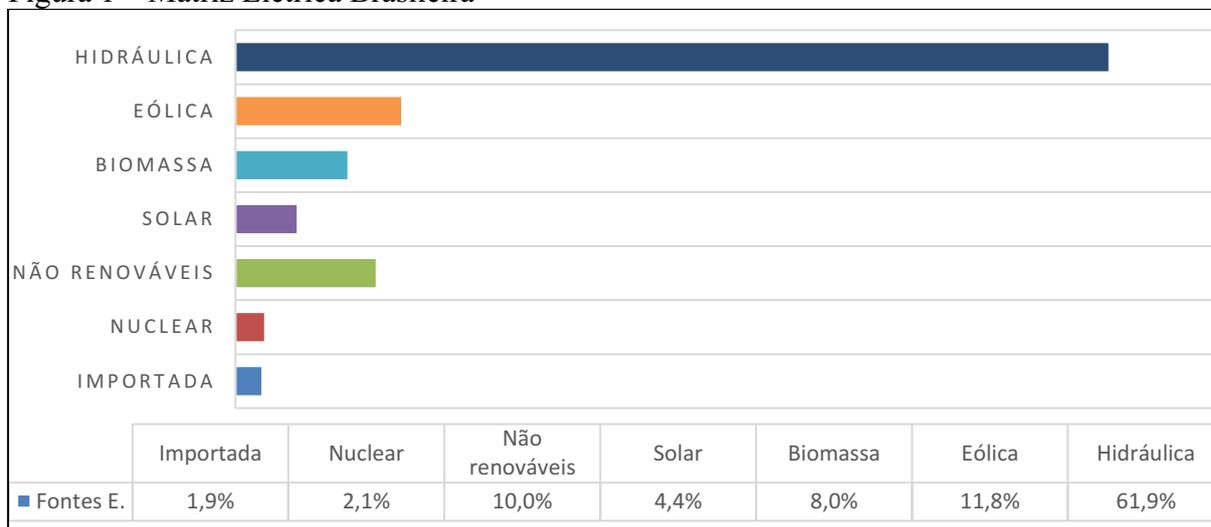
2.1 O crescimento da energia eólica no Nordeste

Diante do cenário global, de mudanças climáticas, a pauta acerca da utilização de energias renováveis vem ganhando, cada vez mais, importância no cenário de planejamentos governamentais. É evidente que a matriz energética de um país é proporcional a quantidade, e diversidade, de seus recursos naturais, além, claro, da tecnologia disponível.

Dessa forma, o Brasil destaca-se na utilização de um conjunto de fontes geradoras de energia, substancialmente limpa, contribuindo com a agenda global acerca da mitigação da

emissão dos gases do efeito estufa. Em 2023, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) divulgou o Balanço Energético Nacional (BEM), que traz os dados sobre produção e consumo de energia elétrica, para o ano base de 2022. Como pode ser visto a seguir, na Figura 1.

Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: Balanço Energético Nacional 2023.

De acordo com o BEN (2023), o Brasil destaca-se, acima da média global, na utilização de energia renovável. E os números impressionam ainda mais quando é feita a coorte para a matriz elétrica (energia utilizada na geração de eletricidade), nos quais há uma predominância ainda mais robusta na utilização de energias renováveis, com destaque para o amplo uso da energia hidrelétrica no país, bem como pela evolução de outras fontes renováveis, como a energia eólica (Brasil, 2023).

Não apenas no Brasil, mas no mundo, a geração eólica tem apresentado um forte crescimento. Porém, especificamente o Nordeste brasileiro destaca-se vis-à-vis as demais localidades. A disposição geográfica da região Nordeste é favorecida com a intensidade e constância dos chamados Ventos Alísios, que são ventos constantes e úmidos e têm sua ocorrência nas zonas subtropicais e em baixas latitudes.

Por possuir quatro sub-regiões (Meio Norte, Sertão, Agreste e Zona da Mata), o Nordeste brasileiro apresenta diferentes características que afetam o comportamento da velocidade dos ventos, de tal forma que, as máquinas não precisam mudar de posição o tempo todo para buscar o vento mais adequado do momento, potencializando o trabalho dos aerogeradores. Na presença de ventos de alta intensidade, a geração de energia eólica garante 60% do abastecimento de todo o Nordeste e mais de 10% da energia elétrica do País (Andrade, 2023).

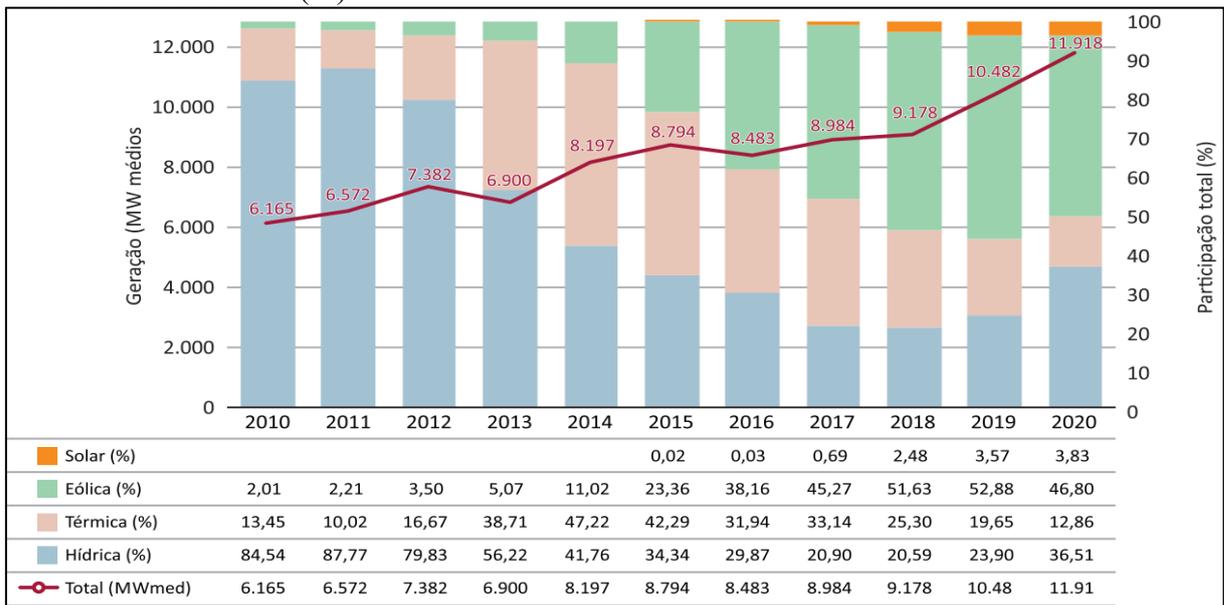
Dessa forma, tem-se observado um crescimento significativo na capacidade instalada de energia eólica no Nordeste. Grandes parques eólicos foram desenvolvidos em estados como Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí, contribuindo para o aumento da oferta de energia limpa na região e no país como um todo.

Esse crescimento da energia eólica no Nordeste tem gerado impactos socioeconômicos positivos, como a geração de empregos diretos e indiretos, o desenvolvimento de cadeias produtivas locais e a arrecadação de royalties e impostos para os municípios onde os parques estão instalados. Além de, claro, a energia eólica ser uma fonte limpa, que contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas.

Dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), afirmam que o Brasil possuía, em 2023, 916 parques eólicos distribuídos em 12 Estados, dos quais, aproximadamente 90% estavam contemplados no Nordeste.

Diante desse cenário de uma adequabilidade da região Nordeste à utilização de energia eólica, tem sido relevante a realização de estudos acerca do crescimento e desenvolvimento dessa forma de geração de energia. Em Bezerra (2021), é realizada uma avaliação dos dados relacionados ao desenvolvimento da energia eólica no Nordeste. Por meio de dados extraídos da ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), o autor reforça à evolução do Subsistema Nordeste (Figura 2), ou seja, o grupo formado por todos os estados nordestinos (exceto o Maranhão).

Figura 2 – Evolução da participação das fontes na geração de energia elétrica do Subsistema Nordeste – 2010-2020 (%)



Fonte: Bezerra (2021).

Como dito, o Nordeste tem se destacado como uma das regiões líderes no país no que diz respeito à produção de energia eólica. Esse crescimento tem sido impulsionado por uma série de fatores favoráveis, como o potencial eólico da região, mas também pela implementação de políticas públicas, que incentivam a utilização das energias renováveis, com ações significativas por parte do governo e do setor privado.

No tocante aos incentivos governamentais, podemos citar a implementação, por parte do governo, de políticas de incentivo às energias renováveis, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), o aumento da competitividade da tecnologia dessa fonte em relação as outras e os leilões regulados para contratação de energia eólica. Essas iniciativas visam estimular o investimento em fontes limpas de energia e reduzir a dependência de fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão.

Outro ator econômico que age diretamente no tema em tela é Banco do Nordeste do Brasil (BNB), que tem desempenhado um papel significativo no fomento de energias sustentáveis na região nordeste. O BNB tem programas e linhas de crédito específicas para apoiar projetos de energia renovável. Especificamente em relação à energia eólica, o Banco do Nordeste tem incentivado, por meio de taxas de juros competitivas e prazos flexíveis, o desenvolvimento desses projetos por meio de financiamento, proporcionando recursos para a construção, expansão e modernização de parques eólicos na região.

Além do financiamento direto, o Banco do Nordeste também pode oferecer assistência técnica e orientação para desenvolvedores de projetos eólicos, ajudando a viabilizar e implementar iniciativas nesse setor. Tais medidas têm como objetivo não apenas promover o uso de energias renováveis, mas também impulsionar o desenvolvimento econômico e sustentável da região Nordeste.

O setor privado, por sua vez, também se apresenta como um agente importante no crescimento da energia eólica no Nordeste, por meio de investimentos em infraestrutura, tecnologia e operação de parques eólicos. Além disso, parcerias público-privadas têm sido estabelecidas para o desenvolvimento de projetos eólicos, aproveitando a expertise e os recursos de ambas as partes.

Castro (2016) chama a atenção para algumas políticas relevantes no que tange o fomento do crescimento da utilização da matriz energética sustentável no cenário nacional, como: (1) tornar os custos dos equipamentos mais atrativos; (2) concessão de isenções; (3) reduzir as tarifas energéticas aplicadas no regime de compensação; (4) propagar os benefícios e oportunidades geradas a partir da implantação de um Sistemas Fotovoltaicos Conectados à

Rede (SFSR); e (5) investir em pesquisa, desenvolvimento e capacitação de mão de obra, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os custos.

Em Souza (2010), por meio da análise de relatórios de impactos ambientais, entrevistas com especialistas e visitas técnicas, os autores avaliaram a sustentabilidade da tecnologia eólica, sob a perspectiva de cinco dimensões: (1) ecológica, (2) econômica, (3) social, (4) territorial e (5) cultural, sobre a ótima climática do Nordeste do Brasil. Dentre os resultados encontrados, eles apontam o fato das eólicas serem de rápida implantação; maior geração de empregos diretos, quando comparado a implementação de outras fontes de eletricidade; e, evidentemente, menores impactos ambientais negativos.

2.2 O Programa FNE Sol

O FNE Sol é uma linha de crédito do Banco do Nordeste voltada para o financiamento de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica. Esse programa tem como objetivo fomentar o uso de energias renováveis na região nordeste do Brasil, por meio do financiamento de projetos de micro e minigeração distribuída de energia por fontes renováveis, inclusive de forma isolada, para consumo próprio ou, ainda, destinados à locação, reduzindo os custos com energia elétrica, promovendo a sustentabilidade e contribuindo para a redução dos impactos ambientais.

O financiamento do FNE Sol, que acontece por meio do Fundo Constitucional do Nordeste (FNE/BNB) pode ser utilizado por pessoas físicas, produtores rurais, empresas de todos os portes e setores, além de prefeituras e governos estaduais para aquisição e instalação de sistemas fotovoltaicos. Os recursos podem ser utilizados para cobrir os custos com equipamentos, instalação, projetos e até mesmo despesas operacionais relacionadas à implantação do sistema.

Além de contribuir para a preservação do meio ambiente, o Programa também pode trazer benefícios econômicos, como a redução da conta de energia elétrica e a possibilidade de comercialização do excedente de energia gerada, caso o sistema esteja conectado à rede elétrica. Isso pode representar uma oportunidade de economia e geração de renda para os beneficiários do programa.

Dessa forma, o FNE Sol apresenta-se como uma iniciativa importante para estimular o uso de energia solar na região Nordeste, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para o desenvolvimento sustentável local. Por meio desse programa, o Banco do

Nordeste do Brasil busca apoiar a transição para fontes de energia mais limpas e renováveis, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas.

O Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) Sol é uma iniciativa governamental brasileira voltada para o financiamento de projetos de energia solar na região nordeste do país. Ele faz parte de uma série de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento econômico e social da região, visando tanto a geração de empregos quanto a diversificação da matriz energética, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

O processo de operacionalização do FNE Sol é complexo e envolve diversas etapas, desde a identificação de projetos até a implementação e monitoramento deles. A eficácia desse processo depende da integração entre os diferentes atores envolvidos, incluindo governo, instituições financeiras, empresas e comunidades locais, além de uma gestão eficiente dos recursos e dos riscos associados aos projetos de energia solar.

Dessa forma, essas etapas podem ser subdivididas em BNB (2022):

- (i) **Divulgação e Sensibilização:** é divulgado o programa FNE Sol para o público-alvo, que inclui empresários, investidores e instituições financeiras. Isso geralmente é acompanhado por campanhas de sensibilização e workshops para educar potenciais beneficiários sobre os benefícios do programa e os critérios de elegibilidade para participação.
- (ii) **Cadastro de Projetos:** Os interessados em obter financiamento pelo FNE Sol devem cadastrar seus projetos junto aos agentes financeiros credenciados para operar o fundo. Isso pode incluir uma análise preliminar do projeto, em diferentes prismas de viabilidade como: técnica, econômica e ambiental.
- (iii) **Análise Final de Viabilidade:** Os projetos cadastrados passam por uma análise detalhada de viabilidade, na qual são avaliados diversos aspectos, como localização, tamanho, tecnologia utilizada, retorno financeiro esperado, impacto ambiental, entre outros. Essa análise é realizada pelos agentes financeiros, que podem solicitar estudos de consultorias especializadas para embasar suas decisões.
- (iv) **Aprovação e Liberação de Recursos:** Uma vez que um projeto é considerado viável, o agente financeiro responsável pela análise o submete aos órgãos gestores do FNE Sol para aprovação. Após a aprovação, os recursos financeiros são liberados de acordo com as condições estabelecidas no contrato, que podem incluir prazos, taxas de juros, garantias exigidas, entre outros.

- (v) Implementação dos Projetos: Com os recursos financeiros disponibilizados, os beneficiários iniciam a implementação dos projetos de energia solar. Isso envolve a aquisição de equipamentos, contratação de mão de obra, obtenção de licenças e autorizações necessárias, construção das instalações, entre outras atividades.
- (vi) Monitoramento e Avaliação: Durante a implementação e após a conclusão dos projetos, são realizados monitoramento e avaliação para garantir que os objetivos do programa estejam sendo alcançados. Isso pode incluir acompanhamento do desempenho energético, impactos socioeconômicos e ambientais, bem como o cumprimento das obrigações contratuais por parte dos beneficiários.
- (vii) Gestão de Riscos: Durante todo o processo, é essencial a gestão de riscos, considerando os aspectos financeiros, técnicos, ambientais e regulatórios envolvidos nos projetos de energia solar. Isso pode incluir a adoção de medidas para mitigar possíveis impactos negativos e garantir a sustentabilidade e o sucesso dos empreendimentos financiados.

3 METODOLOGIA

A matriz insumo-produto foi desenvolvida inicialmente por Wassily Leontief na década de 1930. Leontief (1936) aperfeiçoou a técnica como parte de seus esforços para quantificar as interações entre os setores da economia. A matriz insumo-produto é uma representação tabular das transações econômicas entre diferentes setores de uma economia durante um período específico. Ela organiza essas transações em linhas e colunas, onde as linhas representam os setores de produção e as colunas representam o uso final da produção.

A MIP tem uma ampla gama de aplicações em economia e planejamento. Ela é usada para analisar os efeitos de choques econômicos, mudanças na demanda, políticas fiscais e comerciais, bem como para entender os impactos de investimentos em diferentes setores.

Uma das principais vantagens da matriz insumo-produto é sua capacidade de fornecer informações sobre as interdependências entre os setores econômicos. A análise da MIP permite identificar setores-chave, calcular multiplicadores de impacto e entender como mudanças em um setor afetam outros setores e toda a economia.

Assim, a Matriz Insumo-Produto (MIP) é uma ferramenta fundamental na análise da interdependência entre os setores de uma economia. Ela fornece uma representação detalhada das transações econômicas entre os diferentes setores, permitindo uma compreensão abrangente das relações de produção e consumo na economia de um país ou região.

Na MIP, os setores econômicos são listados nas linhas e nas colunas da matriz. Os elementos individuais da matriz representam os valores monetários ou físicos dos bens e serviços que cada setor consome de outros setores e que produz para outros setores.

A MIP permite analisar a forma como as mudanças em um setor da economia podem afetar outros setores, através de efeitos diretos e indiretos. Ela é frequentemente utilizada para avaliar o impacto de políticas econômicas, choques externos, investimentos e mudanças na demanda sobre a economia como um todo.

Além disso, a MIP é uma ferramenta valiosa para a formulação de políticas públicas, planejamento econômico e projeções de cenários econômicos futuros. Ela pode ajudar os governos e as empresas a entender melhor as cadeias de produção e fornecimento, identificar pontos de vulnerabilidade e promover um desenvolvimento econômico mais equilibrado e sustentável.

A formulação da Matriz Insumo-Produto (MIP), como dito anteriormente, envolve a representação das relações de produção e consumo entre os diferentes setores de uma

economia. A matriz é geralmente representada como uma tabela de dupla entrada, na qual as linhas e colunas representam os diferentes setores econômicos.

Suponha que tenhamos n setores na economia. A MIP é uma matriz quadrada $n \times n$, onde cada elemento a_{ij} da matriz representa a quantidade de insumo que o setor i consome do setor j .

Portanto, a formulação básica da matriz é:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Para compreender a formulação e análise da MIP, consoante Guilhoto (2011)¹, é interessante e didático iniciar a abordagem de uma economia com 2 setores para depois generalizar para os vários setores e produtos de uma economia real. No quadro 2 tem-se essa estrutura para uma economia com 2 setores.

Quadro 2 – Matriz Insumo Produto para 2 produtos

	Sector 1	Sector 2	Consumo das famílias	Governo	Investimento	Exportações	Total
Sector 1	Z_{11}	Z_{12}	C_1	G_1	I_1	E_1	X_1
Sector 2	Z_{21}	Z_{22}	C_2	G_2	I_2	E_2	X_2
Importação	M_1	M_2	M_c	M_g	M_i		M
Impostos	T_1	T_2	T_c	T_g	T_i	T_e	T
Valor adicionado	W_1	W_2					W
Total	X_1	X_2	C	G	I	E	

Fonte: Guilhoto (2011)

Notas: Z_{ij} : é o fluxo monetário entre os setores i e j ; C_i : é o consumo das famílias dos produtos entre os setores i ; G_i : é o gasto do governo no setor i ; I_i : é a demanda por bens de investimento produzidos no setor i ; E_i : é o total exportado pelo setor i ; T_i : é o total de impostos indiretos líquidos pagos por i ; X_i : é o total de produção do setor i ; M_i : é a importação realizada pelo setor i ; W_i : é o valor adicionado gerado pelo setor i .

A partir do Quadro 2 é possível estabelecer a seguinte Identidade:

$$X_1 + X_2 + C + G + I + E = X_1 + X_2 + M + T + W \quad (1)$$

Eliminando $X_1 + X_2$ de ambos os lados e rearranjando a equação 1 tem-se a seguinte equação:

¹ A metodologia de Matriz Insumo Produto aqui empregada e explicada foi elaborada com base em Guilhoto (2011) e De Oliveira *et al.* (2021).

$$C + G + I + (E - M) = T + W \quad (2)$$

A partir desse exemplo é possível ampliar essa análise para n setores

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + c_i + g_i + I_i + e_i = x_i \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

onde

z_{ij} : é a produção do setor i que é utilizada como insumo intermediário pelo setor j;

c_i : é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelas famílias;

g_i : é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelo governo;

I_i : é a produção do setor i que é destinada ao investimento;

e_i : é a produção do setor i que é exportada;

x_i : é a produção doméstica total do setor i.

Pressupondo que os fluxos intermediários, por unidade do produto final, são fixos, chega-se ao sistema aberto de Leontief:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j + y_i = x_i \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

onde:

a_{ij} : é o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j;

y_i : é a demanda final por produtos do setor i, isto é, $(c_i + g_i + I_i + e_i)$.

A equação (4) pode ser reescrita na forma matricial como expresso a equação (5).

$$A \cdot x + y = x \quad (5)$$

Onde, A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem (n x n) e x e y são vetores colunas de ordem (n x 1). Ao resolver a equação (5) encontramos:

$$x = (I - A)^{-1} \quad (6)$$

A expressão (6) é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief. Dessa forma em uma matriz $B = (I - A)^{-1}$, o cofator b_{ij} pode ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j, são multiplicadores.

A matriz de multiplicadores, que como visto é derivada da matriz insumo-produto, fornece informações sobre como mudanças em uma determinada atividade econômica afetam

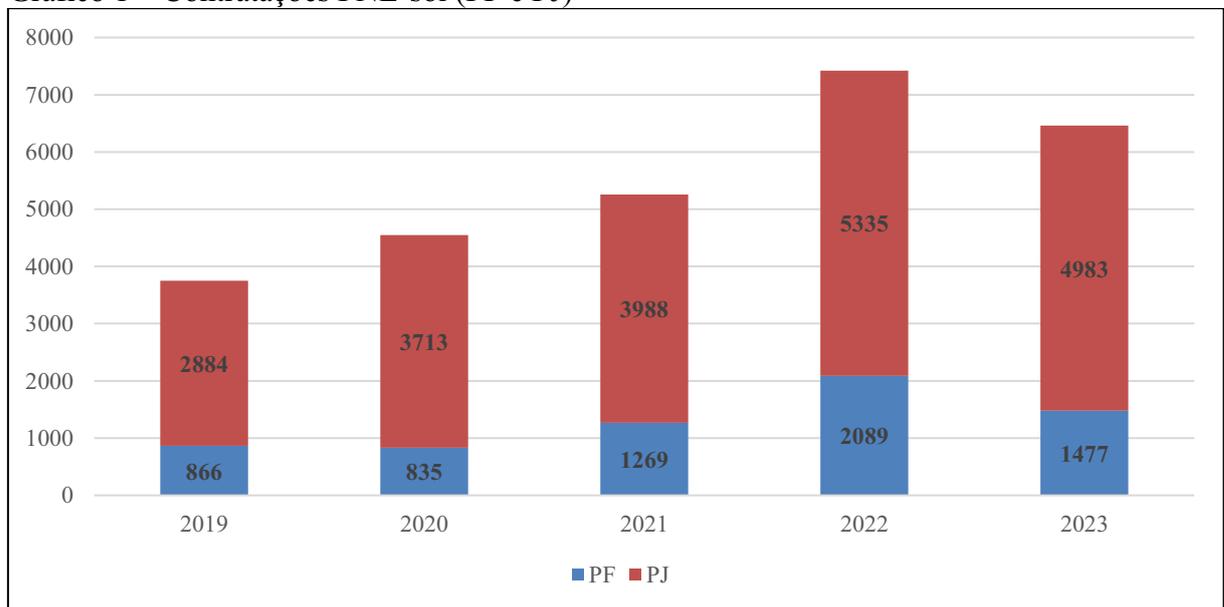
o restante da economia. Essa matriz é útil para entender os efeitos diretos e indiretos de mudanças na demanda final ou na produção de um setor sobre a economia como um todo.

O multiplicador de produto é uma medida do impacto total na produção devido a uma mudança na demanda final ou na produção de um setor específico. Ele mostra o quanto a produção total de uma economia aumenta como resultado de um aumento unitário na demanda final ou na produção de um determinado setor. Além do multiplicador de produto, existem outros multiplicadores importantes que podem ser calculados a partir da matriz de multiplicadores. Por exemplo o multiplicador de Emprego mede o impacto no emprego decorrente de mudanças na produção ou na demanda final. Assim como o multiplicador de renda indica como as mudanças na produção ou na demanda final afetam a renda total gerada na economia, ao passo que o multiplicador de impostos avalia o efeito dos impostos sobre a produção e a renda.

4 RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados os impactos do FNE sol para a economia da área de atuação do BNB e para o Brasil. No entanto ante de analisar os resultados propriamente ditos, se faz necessário uma análise preliminar dos dados. No gráfico 1 se encontram as contratações desse programa para pessoas físicas e jurídicas. De modo geral as contratações desse programa se ampliaram significativamente entre 2019 e 2022, saltando de 3.750 operações para 7.424.

Gráfico 1 – Contratações FNE-sol (PF e PJ)



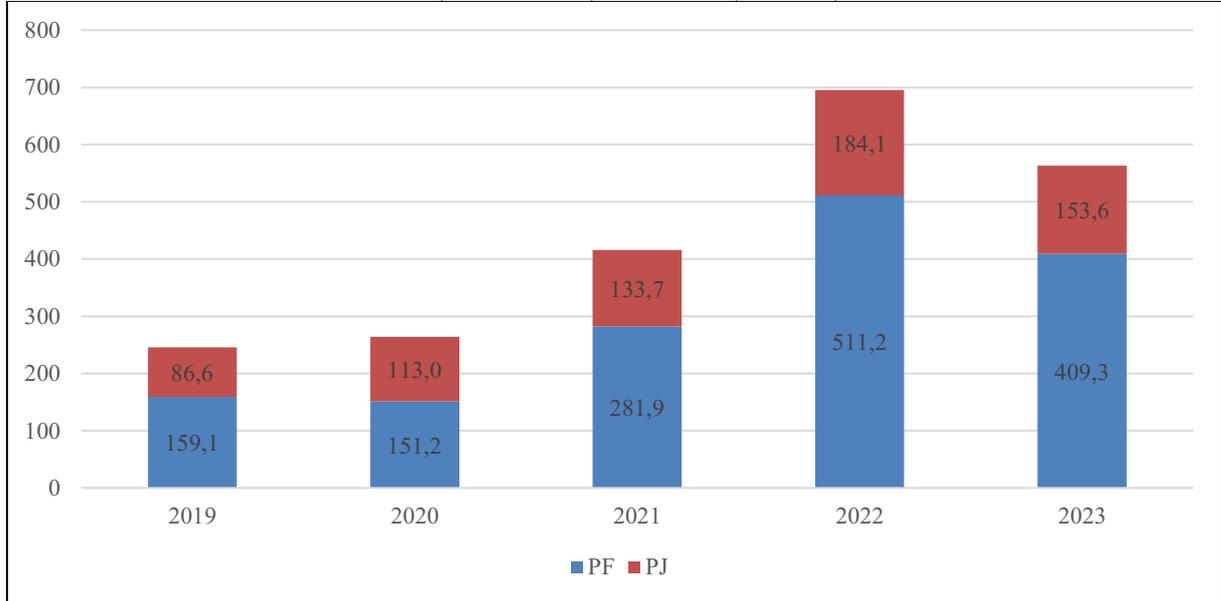
Fonte: Base do Ativo do Banco do Nordeste.

Porém o ano de 2023 foi teve uma quebra nessa tendencia de alta e as contratações foram de 6.460, uma queda de 12,9% em relação ao ano anterior. Em relação a composição dessas operações por contratante, a maioria dessas contratações foram para pessoas jurídicas. Conforme os dados, em 2020, esse grupo chegou a ter 81,6% das contratações. Por sua vez, a contratação para pessoas físicas teve maior percentual em 2022, quando 28,1% das contratações foram para esse grupo. Em 2023 as contratações de pessoa jurídica tiveram uma queda de 6%, ao passo que as de pessoa física caíram 29%. A seguir, no gráfico 2, serão abordas os valores dessas contratações.

A dinâmica dos valores contratados do FNE-Sol foi similar a dinâmica das contratações, um período de alta entre 2019 e 2022 seguida por uma queda em 2023. No entanto há uma mudança significa em relação ao grupo contratante, o maior volume de recursos

contratados foi para pessoas físicas. Em 2019 64% dos recursos foram para contratações de pessoas físicas, em 2023 esse percentual foi de 72,7%.

Gráfico 2 – Valores Contratados (R\$ milhões) FNE-sol (PF e PJ)



Fonte: Base do Ativo do Banco do Nordeste.

Após essa análise preliminar do montante de contratação do programa tem-se a análise das estatísticas descritivas na tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva das contratações e valores gerais (PF+PJ) - 2019:2023

Medida	Quantidade	Valor (R\$ milhões)
Média	5.487,80	436,74
Erro padrão	657,67	86,45
Desvio padrão	1.470,59	193,32
Mínimo	3.750,00	245,70
Máximo	7.424,00	695,30
Períodos	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Base do Ativo do Banco do Nordeste.

Essas estatísticas descritivas fornecem informações sobre duas variáveis quantidade e valor (R\$ milhões). A média da quantidade foi de 5.487,8, mais precisamente, a quantidade observada nas cinco observações em média é aproximadamente 5487,8. A média dos valores contratados foi de 436,6 milhões de reais. O desvio padrão de ambas as variáveis foi relativamente alto, assim indicando uma certa dispersão em relação à média, o que se pode ver pela diferença entre máximo e mínimo.

Tabela 2 – Choques dos investimentos do FNE-Sol no valor adicionado, emprego, salários e tributos

Estimativa das Repercussões Econômicas das Contratações - BNB¹	
Indicador	FNE Sol
Valor Total Contratado (em valores de 2023) - Milhões	2.400,7
Resultados por Setor - Área de Atuação do Banco do Nordeste	
Valor Bruto da Produção ²	4.903,3
Valor Agregado/Renda ³	2.745,3
Empregos (Nº de pessoas) (4)	39.852
Salários	711,2
Tributos	648,3
Resultados por Setor - Brasil (5)	
Valor Bruto da Produção ²	9.294,2
Valor Agregado/Renda ³	4.832,7
Empregos (Nº de pessoas) (4)	62.418
Salários	1.423,6
Tributos	1.094,5
Investimento para gerar 01 emprego (R\$)	38.462,0

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Base do Ativo do Banco do Nordeste.

Notas: 1. Impactos estimados a partir da matriz de insumo-produto do Nordeste, contemplando os efeitos diretos, indiretos e induzidos (renda), a partir da aplicação dos recursos. 2. Somatório de todos os bens e serviços produzidos no período. 3. Valor dos bens produzidos, deduzidos os custos dos insumos adquiridos de terceiros, utilizados na produção. 4. Empregos formais e informais. 5. Somatório dos impactos produzidos no Brasil, considerando-se, transbordamento.

Os resultados da matriz insumo-produto do impacto do investimento do FNE-Sol podem ser vistos nos setores e oferecem percepções importantes sobre os efeitos econômicos das contratações realizadas pelo Banco do Nordeste, tanto em sua área de atuação com para o Brasil. O valor total contratado, o montante total contratado pelo FNE Sol em 2023 foi de 2.400,7 milhões de reais, indicando um investimento significativo na região.

Para setores na área de atuação do Banco do Nordeste geraram um valor bruto de produção de 4.903,3 milhões de reais, refletindo a atividade econômica impulsionada pelo investimento. Por sua vez o valor adicionado à economia, ou seja, a renda gerada pelos setores, foi de 2.745,3 milhões de reais, indicando a contribuição para o aumento da riqueza regional. O investimento resultou na criação de 39.852 empregos na região, demonstrando o impacto positivo no mercado de trabalho local. Os salários pagos totalizaram 711,2 milhões de reais, representando uma fonte significativa de renda para os trabalhadores, enquanto foram recolhidos 648,3 milhões de reais em tributos, contribuindo para o financiamento de serviços públicos e infraestrutura na região.

Em relação ao Brasil, os setores geraram um valor bruto de produção de 9.294,2 milhões de reais, mostrando o impacto nacional do investimento. Nesse interim o valor adicionado à economia nacional foi de 4.832,7 milhões de reais, refletindo os efeitos mais

amplos do investimento. Os empregos criados giraram em torno de 62.418 em todo país demonstrando o alcance e a escala dos efeitos econômicos. Os salários pagos em nível nacional totalizaram 1.423,6 milhões de reais, proporcionando renda para os trabalhadores em todo o país. Os tributos recolhidos em nível nacional foram de 1.094,5 milhões de reais, contribuindo para os cofres públicos. Por fim, investimento médio necessário para gerar um emprego foi de 38.462,0 reais, fornecendo uma medida do custo-benefício das contratações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da matriz insumo-produto sobre o impacto do investimento do FNE-Sol fornecem informações valiosas sobre os efeitos econômicos das contratações realizadas pelo Banco do Nordeste, tanto em sua área de atuação quanto para o Brasil. O valor total contratado pelo FNE Sol em 2023 foi de 2.400,7 milhões de reais, indicando um investimento significativo na região. Esses dados são fundamentais para compreender o impacto econômico das políticas de investimento e o papel do banco na promoção do desenvolvimento regional e nacional.

Os setores na área de atuação do Banco do Nordeste geraram um valor bruto de produção de 4.903,3 milhões de reais, refletindo a atividade econômica impulsionada pelo investimento. O valor adicionado à economia, ou seja, a renda gerada pelos setores, foi de 2.745,3 milhões de reais, indicando a contribuição para o aumento da riqueza regional. O investimento resultou na criação de 39.852 empregos na região, demonstrando o impacto positivo no mercado de trabalho local. Os salários pagos totalizaram 711,2 milhões de reais, representando uma fonte significativa de renda para os trabalhadores, enquanto foram recolhidos 648,3 milhões de reais em tributos, contribuindo para o financiamento de serviços públicos e infraestrutura na região. Esses resultados evidenciam os benefícios econômicos e sociais gerados pelo investimento do FNE-Sol na área de atuação do Banco do Nordeste.

Com base nos dados apresentados, podemos concluir que o investimento do FNE-Sol tem sido eficaz na promoção do desenvolvimento econômico e social, tanto em nível regional quanto nacional. Através do financiamento de projetos e iniciativas relacionadas à energia solar e outras fontes renováveis, o programa conseguiu estimular a atividade econômica, criar empregos, aumentar a renda e contribuir para os cofres públicos por meio da arrecadação de tributos.

Esses resultados destacam a importância de políticas de investimento que visam promover fontes de energia limpa e sustentável, ao mesmo tempo em que impulsionam o crescimento econômico e reduzem as desigualdades regionais. O sucesso do FNE-Sol oferece um exemplo valioso de como o investimento em energias renováveis pode ser um motor para o desenvolvimento socioeconômico em larga escala.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, Francisco Diniz. Energia eólica no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, ano 4, n. 66, fev. 2019.
- BNB – BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Cartinha FNE Sol para pessoa física**. 2022. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/tFKW8>>.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional**, 2023.
- CASTRO, Igor Alves de. **Análise de viabilidade financeira de projeto de implantação de matriz energética solar em um hotel de Fortaleza com recurso do Programa FNE SOL**. 2016. 95f. Monografia (Graduação em Administração) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- DE ANDRADE, Sérgio José; DE FREITAS JÚNIOR, Gilson Cavalcanti; PIMENTEL, Márcio Sampaio. Balanço Social do Grupo Neoenergia utilizando Indicadores de Desempenho Socioambientais entre os anos de 2017 e 2020. **RAGC**, v. 11, n. 46, 2023.
- DE OLIVEIRA, Cassius Rocha; GONÇALVES, Rodrigo da Rocha; ROMERO, Manuel Calaveral. Impactos Econômicos da Energia eólica na Costa Sul do RS: Uma Abordagem Tipo Insumo Produto. **Revista Econômica do Nordeste**, [S. l.], v. 52, n. 2, p. 9–23, 2021. DOI: 10.61673/ren.2021.952. Disponível em: <<https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/952>>. Acesso em: 19 fev. 2024.
- GUILHOTO, J. J. M. **Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos**. [s.l: s.n.]. mar. 2004.
- LEONTIEF, W. Quantitative Input-Output Relations in the Economic Systems of the United States. **Review of Economics and Statistics**, v. 18, p. 105-25, 1936.
- MARKAKI, Maria *et al.* The impact of clean energy investments on the Greek economy: An input–output analysis (2010–2020). **Energy Policy**, v. 57, p. 263-275, 2013.
- MONTOYA, Marco Antonio; PASQUAL, Cássia Aparecida. O uso setorial de energia renovável versus não renovável e as emissões de CO2 na economia brasileira: um modelo insumo-produto híbrido para 53 setores. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 177-363, ago. 2015.
- RIBEIRO, Carolina Silva; PEREIRA, R. M.; OLIVEIRA, G. G. Efeitos dos aportes em energia eólica sobre os setores de atividade econômica do semiárido baiano. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 18., 2020, online. **Anais... ENABER**, 2020.
- SILVA, Carlos Hugo Carvalho. **Desenvolvimento regional sustentável: avaliação da política FNE Sol e seus reflexos no estado do Ceará, nordeste do Brasil**. 2023. 105f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-115, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000100008>>.

SOUZA, André Delgado de. **Avaliação da energia eólica para o desenvolvimento sustentável diante das mudanças climáticas no nordeste do Brasil**. 2010. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.