

IMPACTOS ECONÔMICOS DA ENERGIA EÓLICA NA COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL: UMA ABORDAGEM TIPO INSUMO PRODUTO

Economic impacts of wind energy in the south coast of Rio Grande do Sul an approach type Input Output

Cassius Rocha de Oliveira

Economista. Doutor em Economia Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor da Universidade Federal do Rio Grande (UFRN). oliveiracassius@yahoo.com.br

Rodrigo da Rocha Gonçalves

Economista. Doutor em Economia Pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS). Professor da UFRN. rrochagonalves@gmail.com

Manuel Calaveral Romero

Mestre em Gerenciamento Costeiro pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). economistacm27@gmail.com

Resumo: A utilização de combustíveis fósseis para a geração de energia proporcionou muitos benefícios econômicos e sociais; porém, provocou um alto custo ambiental e trouxe um grande desafio para a humanidade nos tempos atuais, a geração limpa e sustentável de energia elétrica. Assim, os ventos surgem como uma das melhores opções. O objetivo deste artigo foi avaliar o impacto da implantação dos parques eólicos sobre a economia da Costa Sul Gaúcha. Os resultados de curto prazo dos choques de demanda no setor de energia elétrica, oriundos dos investimentos nos parques eólicos, geram R\$ 7,6 bilhões na produção da Costa Sul, criando 20.847 empregos diretos e indiretos, e R\$ 2,73 bilhões de valor adicionado bruto. No que tange aos impactos de longo prazo, o funcionamento dos parques eólicos adiciona em torno de R\$ 27 milhões de ICMS por ano para todos os municípios da região. Os ganhos na produção giram em torno de R\$ 35,1 milhões, com valor adicionado bruto em torno de R\$ 25,8 milhões, resultando em 372 empregos diretos e indiretos. Em linhas gerais, além da questão da sustentabilidade ambiental desse tipo de energia, os impactos econômicos são positivos para a região.

Palavras-chave: Energia Eólica; Costa Sul; Matriz Insumo Produto.

Abstract: The use of fossil fuels for the generation of energy in the twentieth century has provided many economic and social benefits, but has caused a high environmental cost and presents a great challenge for humanity in the present times, the clean and sustainable generation of electric energy. In this sense the winds appear as one of the best options. The objective of this paper was to evaluate the impact of the wind energy complex implementation on the economy of the South Coast of Rio Grande do Sul-BR. The short-term results of the shocks of demand in the electric energy sector from investments in wind power generate R\$ 7.6 billion in the production of the South Coast the generate 20.847 direct and indirect jobs and R\$ 2.73 billion of gross value added. Regarding long-term impacts, the operation of wind power complex adds around R \$ 27 million ICMS per year to all countries in the region. The gains in production are R\$ 35.1 million and gross value added is R\$ 25.8 million, and 372 direct and indirect jobs are also generated. In general terms, besides the question of the environmental sustainability of this type of electricity, the economic impacts are positive for the region.

Keywords: Wind Energy; South Coast; Input Output Matrix.

1 INTRODUÇÃO

A intensa utilização de combustíveis fósseis para a geração de energia, no século XX, impôs um alto custo ambiental e um grande desafio para a humanidade nos tempos atuais, a geração limpa e sustentável de energia elétrica. Neste caminho, os ventos surgem como uma das melhores opções para este fim. Segundo o Global Wind Energy Council (GWEC) de 2019, o Brasil possui um dos maiores potenciais eólicos do mundo. No entanto, algumas regiões se destacam neste sentido, principalmente, as litorâneas do Sul e do Nordeste, com destaque para os estados do Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Rio Grande do Sul (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2019).

A Costa Sul do estado do Rio Grande do Sul é uma das áreas menos conhecidas e habitadas do litoral gaúcho. Abrange os municípios de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande, São José do Norte, Tavares e Mostardas. A região possui, aproximadamente, 460 km de extensão entre os molhes da barra do Chuí, em Santa Vitória do Palmar, e o distrito da Solidão, em Mostardas, e se destaca por seu potencial eólico.

A região possui um riquíssimo ecossistema litorâneo que compreende a laguna dos Patos e o seu estuário, no município do Rio Grande, onde se localiza um dos maiores portos do Brasil. A binacional lagoa Mirim; a lagoa do Peixe, entre Tavares e Mostardas; a lagoa Mangueira, em Santa Vitória do Palmar, que inclui a estação ecológica do Taim, uma das maiores do Brasil, além de centenas de quilômetros de praias desertas. Somando-se a essas riquezas naturais, a região apresenta, segundo o Atlas do potencial eólico brasileiro de 2001, um dos maiores potenciais de geração eólica do Brasil, devido a sua posição geográfica privilegiada, localizada na costa atlântica do extremo sul do Brasil, bem como um relevo extremamente plano que favorece, sobremaneira, o deslocamento do ar, facilitando a geração de energia elétrica através do vento (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2001).

Dessa forma, grandes investimentos vêm sendo feitos na chamada “indústria do vento”, com o intuito de capturar esta abundante e sustentável forma de geração de energia limpa, resultando na construção de parques eólicos, estações e linhas de transmissão. Os municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande receberam a maior parte do investimento, até o momento; porém, o município de São José do Norte tem uma previsão de grandes investimentos, nos próximos anos.

O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto da implantação dos parques eólicos sobre a economia da Costa Sul Gaúcha. A partir da estimação de uma Matriz Insumo Produto (MIP) para a região, realizam-se dois exercícios quantitativos: i) em curto prazo, foi analisado o impacto de um choque de investimentos no setor de energia da região; ii) em longo prazo (a partir do funcionamento pleno dos parques), foi quantificado o impacto da geração de energia sobre a tributação.

A matriz foi regionalizada utilizando-se o método do Quociente Locacional, partindo de uma matriz calculada para o Rio Grande do Sul, em 2011, baseada na estrutura setorial da matriz nacional de 2010. Foram utilizados dados do IBGE 2011 e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

O artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, apresenta-se a relação entre desenvolvimento sustentável e energia eólica, a Costa Sul do Rio Grande do Sul e seu potencial na geração de energia eólica. Na terceira seção há uma revisão de literatura sobre Matriz Insumo Produto e os procedimentos adotados para a estimação da matriz da região. Na quarta seção, são apresentados e discutidos os resultados e os multiplicadores. Por último, na quinta seção, encontram-se as considerações finais.

2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ENERGIA EÓLICA NA COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

2.1 Desenvolvimento sustentável e energia eólica

Segundo Faucheux e Noël (1995), poucos conceitos atraíram tanto a opinião pública e acadêmica como o desenvolvimento sustentável. Além disso, após a cúpula da Terra em 1992, no Rio de Janeiro, este tornou-se objetivo político para numerosas nações, e se destaca na agenda 21, em que são inventariadas as ações mundiais nesse sentido.

Na concepção de Diegues (1992), o desenvolvimento sustentável deve levar em consideração as limitações impostas pelas tecnologias e pelas organizações sociais sobre o meio ambiente. Por sua vez, Binswanger (1997) define o termo como a conciliação entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. No mesmo sentido, Bossel (1999) entende que a sociedade e o meio ambiente sofrem mudanças contínuas, em que as tecnologias, culturas, valores e aspirações se modificam constantemente, e uma sociedade sustentável deve permitir e sustentar estas modificações.

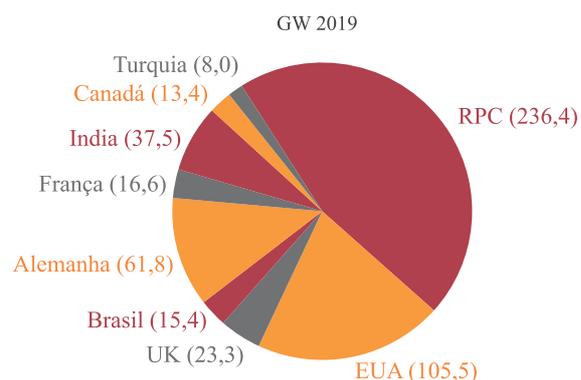
Cavalcanti (1997) entende desenvolvimento sustentável como a possibilidade de se obter continuamente condições de vida iguais, ou superiores, para um grupo de pessoas e seus sucessores, em um dado ecossistema. Outros autores também contribuíram com a conceituação desse tipo de desenvolvimento (VEIGA, 2005; SACHS 1993; VAN BELLEN, 2007; FERNANDEZ, 2011).

A geração de energia através dos combustíveis fósseis (carvão mineral e petróleo) permitiu grande crescimento e desenvolvimento para a humanidade, a partir do final do século XIX. Segundo o *Intergovernmental Panel of Climate Changes* (IPCC) de 2020, as consequências das enormes emissões de gases de efeito estufa, provocadas pela queima desses tipos de combustíveis, colocaram em questionamento a sustentabilidade desses processos, exigindo um esforço da humanidade para reduzir tais emissões, migrando para uma matriz energética com aproximadamente 75% de fontes não poluentes (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2020).

Na busca do desenvolvimento sustentável, fontes alternativas de geração de energia começaram a ser utilizadas no mundo inteiro, com destaque para a utilização da energia dos ventos ou energia eólica. Atualmente, ocupa posição de destaque na matriz energética de muitas nações, e a expectativa é que, no futuro, essa relevância seja ainda maior, superando algumas fontes tradicionais. Os preços estão cada vez mais competitivos com outras fontes geradoras, e a indústria evolui rapidamente na oferta de novas tecnologias. Segundo o GWEC (2019), mais de 60,3 GW de energia eólica limpa e livre de emissões foram adicionados em 2019, levando o total de instalações a produzirem 650,5GW globalmente. Com novos recordes estabelecidos na Europa, na Índia e no setor *offshore*, os mercados anuais continuam apresentando rápido crescimento, provocando reduções consideráveis nos preços para os ventos *onshore* e *offshore*.

Segundo dados da ABEÓLICA de 2019, a capacidade instalada para produção de energia eólica no Brasil é de 15.4 GW, sendo responsável por aproximadamente 9% da energia consumida no país. A chamada “indústria do vento” emprega, atualmente, 200.000 pessoas no Brasil. A seguir, o gráfico 1 mostra os principais atores no mercado internacional de energia eólica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, 2019).

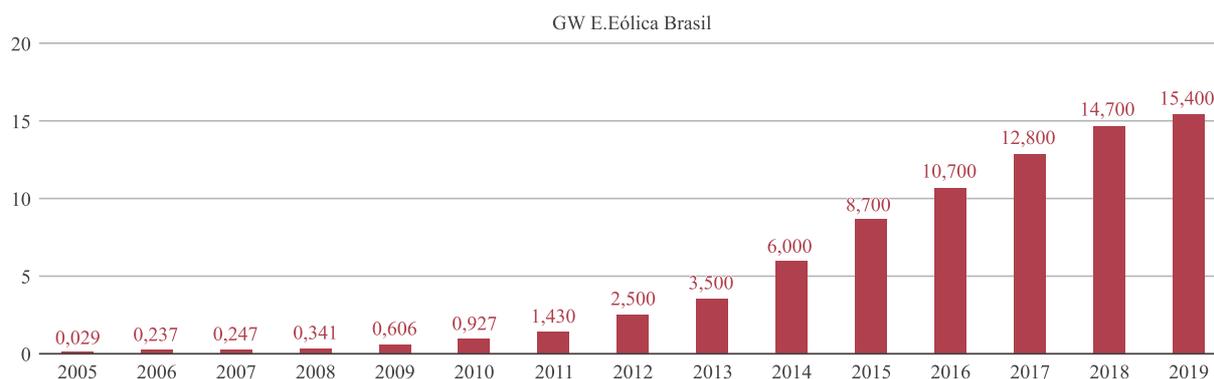
Segundo o balanço energético nacional de 2020, no que diz respeito à eletricidade gerada no ano de 2018, as maiores altas percentuais ocorreram na geração eólica (+14,4%) (DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2020; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). Conforme pode ser observado no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Capacidade total instalada de energia eólica nos principais países produtores, até 2019

Fonte: Os próprios autores, com base nos dados do GWEC 2019.

Segundo o GWEC (2019), foi contratado, no Brasil, em 2018, um total de 1.9 GW em projetos eólicos. Já em 2019, apenas 0,75 GW foram contratados, através de leilões. A energia eólica possui preços competitivos, mas a atual queda do preço do petróleo pode explicar a redução nos contratos. Em 2018, a intenção do governo brasileiro era manter, em leilões, o volume de oferta de energia eólica por volta de 2 GW/ano, por esta ser fundamental para manter a cadeia produtiva, que é 80% nacionalizada. Em seu plano de desenvolvimento energético (PDE), o governo destaca o importante papel da energia eólica. O Brasil possui alguns dos melhores recursos

eólicos do mundo, sendo seu potencial três vezes maior que o consumo total atual de energia elétrica. Conforme o Gráfico 2, a seguir, a produção de energia através dos ventos vem crescendo fortemente no Brasil.

Gráfico 2 – Evolução da produção de energia eólica no Brasil 2005-2019

Fonte: Os próprios autores com base nos dados do GWEC 2019.

Na região Nordeste, a energia eólica forneceu mais de 60% da eletricidade demandada, solucionando parte dos problemas causados pelas secas que afetam os reservatórios e, conseqüentemente, a geração hidroelétrica. O governo brasileiro prevê que o país deve atingir 28,5 GW de capacidade de produção de energia eólica até 2026. Atualmente, existem mais de 5 GW de projetos eólicos em andamento. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é o principal banco financiador dos projetos eólicos no Brasil.

As regiões costeiras possuem o maior potencial de geração de energia eólica do território brasileiro. Com o litoral da região Nordeste, o litoral Sul do Rio Grande do Sul (Costa Sul) se destaca como uma das melhores áreas para produção de energia eólica do país.

2.2 A energia eólica na costa sul do estado do Rio Grande do Sul

A região compreende os municípios que fazem parte da Costa Sul do estado do Rio Grande do Sul. Conforme observa-se na Tabela 1, abaixo, o município do Rio Grande possui a maior população e se destaca como a maior economia da região. Porém, tem a maior taxa de mortalidade infantil. O município de Santa Vitória possui a maior área entre os citados, apesar de baixíssima densidade populacional. Os altos níveis de analfabetismo no município de São José do Norte cha-

mam a atenção e instigam políticas públicas. Com relação à participação no PIB, destacam-se os municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, os quais concentram, juntos, em torno de 91% da renda gerada na região.

Tabela 1 – Características dos municípios estudados

Município	Pop.	Área km ²	Dens. D	Analfabetismo	Ex. Vida	M. Infantil	PIB RS
St. Vitória	32.326	5.244,4	5,8	6,46%	76,6	2,26	834.362,24
R. Grande	214.532	2.709,5	73,8	4,65%	76,6	15,03	7.274.579,59
S. J. Norte	26.424	1.118,1	23,2	17,3%	72,5	3,30	351.389,82
Tavares	5.430	604,3	8,9	14,4%	74,69	n.d	74.923,54
Mostardas	12.583	1.983,0	6,2	11,31%	75,94	8,2	283.361,84

Fonte: Fundação de Economia e Estatística, 2015.

Os municípios apresentam alguns problemas econômicos e sociais - típicos de locais em desenvolvimento -; contudo, a região é muito rica em serviços ecossistêmicos, entre os quais destaca-se o seu potencial eólico. Segundo o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul de 2014, a região possui o maior potencial eólico do estado, principalmente pela posição privilegiada e pelo relevo extremamente plano, o que facilita o deslocamento do ar. Com isso, possui forte intensidade de vento na maior parte do ano, o que contribui para a excelente média anual de ventos na localidade (SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO, 2014).

Na Tabela 2, observa-se a produção e o potencial eólico dos municípios da região. Os municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande possuem a maior produção anual de energia eólica, responsável por, aproximadamente, 69% de toda a produção. Ademais, conforme demonstra a tabela, a Costa Sul utiliza apenas 37% do seu potencial total, proporcionando espaço para novos empreendimentos no setor.

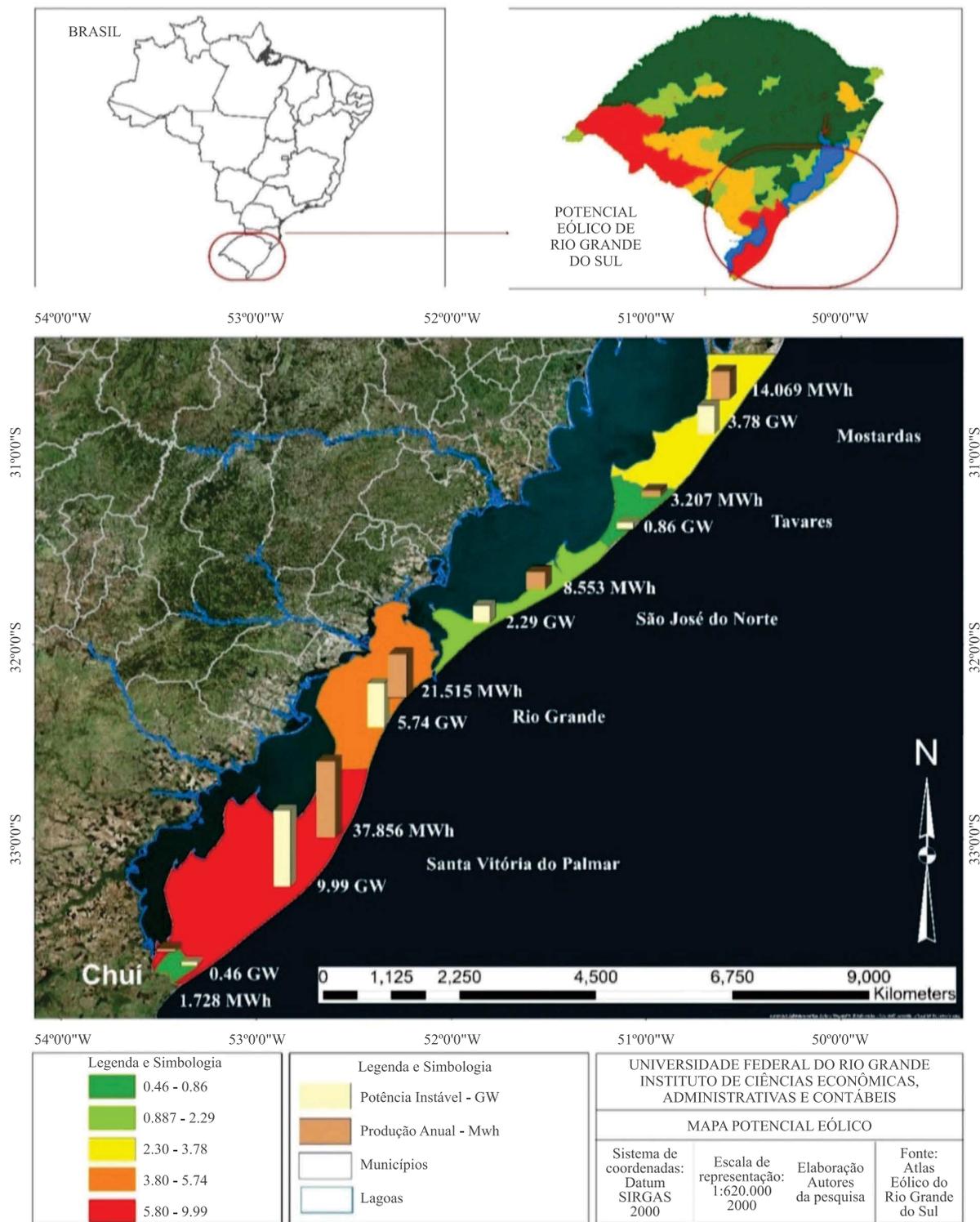
Tabela 2 – Geração e Potencial de energia eólica dos municípios da Costa Sul – RS

Município	Produção E.E em MWh	Potencial Máximo de geração GW
St. Vitória	37856	9.9
R. Grande	21515	5.7
S. J. Norte	8553	2.3
Tavares	3207	0.9
Mostardas	14069	3.8
Total	85200	22.6

Fonte: Atlas Eólico do Rio Grande do Sul, 2014.

No Mapa 1, a seguir, apresenta-se a região, com seus municípios e suas respectivas gerações de energia através dos ventos, bem como o potencial eólico desses municípios. O mapa superior esquerdo mostra a localização do estado do Rio Grande do Sul em relação ao Brasil; o mapa superior direito mostra o Rio Grande do Sul e o potencial eólico das regiões, com destaque para o extremo sul e a região da campanha. O mapa principal mostra a produção e o potencial eólicos dos municípios estudados (SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO, 2014).

Mapa 1 – Potencial Eólico por Municípios, para locais com velocidades maiores que 7,0 m/s, a 100 m de altura.



Fonte: Elaborado pelos autores

A região possui um forte potencial eólico; porém, devido a sua localização mais ao sul, a lagoa Mirim e o relevo extremamente plano, o município de Santa Vitória do Palmar destaca-se na Costa Sul, vindo o município de Rio Grande em segundo lugar. Isso pode explicar os volumosos investimentos feitos no município, em detrimento de outras áreas. Contudo, o dinamismo da economia faz com que tais investimentos impactem outros setores e a sociedade como um todo. A seguir, serão apresentadas as técnicas utilizadas na construção da Matriz Insumo Produto e os resultados das simulações.

3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Os trabalhos iniciais de MIP são fundamentados e inspirados nas contribuições de Quesnay sobre o fluxo circular de renda e no modelo de equilíbrio geral simplificado proposto por Walras. O economista e matemático Wasily Leontief foi o pioneiro com a formulação do modelo de insumo produto, em seu artigo seminal de 1936, construindo um instrumental que possibilitou uma análise sobre as relações intersetoriais na produção.

Guilhoto (2011) menciona que, numa estrutura de insumo produto, a economia funciona, na maior parte, para analisar a demanda e a oferta dentro de uma ampla rede de atividades. Leontief conseguiu efetuar a criação de uma “fotografia da economia” mostrando a relação dos setores entre si, ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos. O resultado foi uma perspectiva do funcionamento da economia, como os setores se tornam mais ou menos dependentes dos outros.

O modelo básico (produção) de Leontief é, geralmente, construído a partir de dados para uma região geográfica específica (nação, regional, mesorregião etc.). Tal modelo permite a comparação entre os impactos que a adoção de determinadas políticas tem sobre uma nação e/ou uma região e a identificação das repercussões intersetoriais, partindo da pressuposição de que ocorreram modificações na demanda final. Dessa forma, dado o encadeamento dos setores da economia em análise, pode-se verificar quais setores são impactados, assim como quais as magnitudes e os setores mais sensíveis às modificações na demanda final (LEONTIEF, 1936).

A seguir, apresentam-se a formalização matemática do modelo aberto de produção de Leontief e os efeitos dos investimentos e da geração de energia eólica nos parques sobre a atividade econômica.

Quadro 1 – Tabela de Insumo-Produto para uma economia com 2 setores

	Setor 1	Setor 2	Consumo das Famílias	Governo	Investimento	Exportações	Total
Setor 1	Z_{11}	Z_{12}	C_1	G_1	I_1	E_1	X_1
Setor 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		E	

Fonte: Baseado em Miller e Blair (2009) e Guilhoto (2011).

Em que:

Z_{ij} é o fluxo monetário entre os setores i e j ;

C_i é o consumo das famílias dos produtos do setor 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 ;

X_i é o total de produção do setor i ;

T_i é o total de impostos indiretos líquidos pagos por i ;

M_i é a importação realizada pelo setor i ;

W_i é o valor adicionado gerado pelo setor i .

A tabela acima permite estabelecer a igualdade:

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

Eliminando X_1 e X_2 de ambos os lados, tem-se:

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

Rearranjando:

$$C + G + I + (E - M) = T + W \quad (3)$$

Desta forma, preservam-se as identidades macroeconômicas da tabela de insumo-produto.

Com base no exibido anteriormente, expandindo a análise para n setores, temos o seguinte:

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + c_i + g_i + I_i + e_i \equiv x_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Em que:

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 .

Considerando que os fluxos intermediários por unidade do produto final são fixos, deriva-se o sistema aberto de Leontief,¹ ou seja:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} + x_j + y_i = x_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Sendo que:

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 ;

f_i é a demanda final por produto do setor i , isto é, $c_i + g_i + I_i + e_i$.

Todas as outras variáveis já foram definidas anteriormente.

A equação (5) pode ser escrita em forma matricial como:

$$Ax + f = x \quad (6)$$

Em que:

A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$;

x e f são vetores colunas de ordem $(n \times 1)$.

Resolvendo a equação (6), obtém-se a produção total necessária para satisfazer a demanda final, ou seja,

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (7)$$

Em que:

¹ O sistema aberto de Leontief considera a demanda final como exógena ao sistema, enquanto, no sistema fechado, esta é considerada endógena.

$(I - A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou seja, a matriz de Leontief, representando como B .

Em $B = (I - A)^{-1}$, o elemento b_{ij} deve ser interpretado como a produção total do setor i , necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Partindo dos multiplicadores da matriz B de Leontief, diversas análises são realizadas, com relação a variáveis como emprego, renda, produtos, impostos, margens etc. Além disso, a partir da matriz B também se podem encontrar os índices de ligação e setores econômicos-chave.

Em linhas gerais, a matriz B proporciona o cálculo de diversos indicadores de impacto. O cálculo de multiplicadores de produto, emprego e renda, impostos etc. proporciona um conhecimento da estrutura setorial da economia em questão. Sendo o multiplicador de produto MP_j a principal referência do nível de atividade econômica, obtido pela soma das colunas de b_{ij} , a qual demonstra o quanto determinado setor (j) pode gerar de produção em todos os setores da economia, de acordo com a alteração de uma unidade monetária da demanda final total, em relação à produção do setor j . Formalmente, segundo Guilhoto (2011):

$$MP = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (8)$$

tendo b_{ij} como um elemento pertencente à matriz inversa de Leontief B .

Além disso, quando se relaciona a variável V_j de interesse da produção, obtém-se o coeficiente direto da variável em questão:

$$v_j = \frac{V_j}{X_j} \quad (9)$$

A partir dos coeficientes diretos apresentados na equação (9), chega-se aos impactos total, direto e indireto sobre a variável de interesse, definidos como geradores:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (10)$$

A partir desse instrumental, é possível construir um simulador que mensura como os choques de demanda afetam a demanda intermediária por setor. Tal simulador pode ser descrito matematicamente da seguinte forma:

$$SP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \cdot choque_i \quad (11)$$

Em que: SP_j representa qual o impacto em cada setor de um determinado choque de demanda; principalmente, como o setor que recebe o choque reage direta e indiretamente à construção de parques eólicos, no caso deste artigo.

Além disso, pode-se mensurar, em valores monetários, o impacto de choques em determinadas variáveis, partindo dos multiplicadores de produção, valor adicionado e emprego. No caso deste trabalho, mensura-se, em valores monetários, como a produção de energia eólica afeta a economia, por meio dos multiplicadores. Os impactos setoriais simulados referem-se à previsão de aumento no ICMS e podem ser visualizados:

$$ICMS_j = \sum_{l=1}^n MV_{lj} \cdot choquem_i \quad (12)$$

Em que IMV_j demonstra qual o impacto monetário setorial de determinado choque de ICMS, partindo do respectivo multiplicador MV_j , que pode ser produção, valor adicionado e/ou emprego.

A base de dados das simulações foi a Matriz Insumo Produto para a Costa Sul do Rio Grande do Sul, estimada por Oliveira e Gonçalves (2018). A matriz foi estimada a partir da utilização do méto-

do Quociente Locacional, seguindo a estrutura setorial semelhante à matriz nacional de 2010, com a compatibilização da RAIS realizada pela CNAE (2.0) classe, seguindo expressamente a comissão de classificação do IBGE (CONCLA) das 672 atividades classificadas em 70 setores econômicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da MIP da Costa Sul do Rio Grande do Sul, foram simulados efeitos de curto prazo (choques dos investimentos) e de longo prazo (arrecadação de ICMS a partir da produção de energia eólica). Os resultados de curto prazo dos choques de demanda no setor de energia elétrica, gás natural e outras utilidades, oriundos dos investimentos de R\$ 6,2 bilhões nos parques eólicos, geram R\$ 7,6 bilhões na produção da Costa Sul. Conforme demonstram os resultados da tabela 3, os setores de energia elétrica, gás natural e outras utilidades; intermediação financeira e seguros; comércio; manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos; produtos de madeira – exclusivamente móveis e transporte de carga –, são os que sofrem impactos relativamente maiores que os demais setores.

Ademais, os investimentos nos parques eólicos geram 20.847 empregos diretos e indiretos e R\$ 3,77 bilhões de valor adicionado bruto, considerando, respectivamente, os choques nos multiplicadores de emprego e valor adicionado, partindo da equação (11). Conforme observa-se na Tabela 3:

Tabela 3 – Impacto setorial dos investimentos nos parques eólicos na Costa Sul

Setor	Milhões R\$	Participação
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	6942,21	90,52%
Intermediação financeira e seguros	90,94	1,19%
Comércio	80,48	1,05%
Manutenção, reparação e instalação de máq. e equipamentos	65,24	0,85%
Produtos de madeira - exclusive móveis	64,91	0,85%
Transporte de carga rodoviário	60,41	0,79%
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	49,58	0,65%
Outros serviços	49,29	0,64%
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	48,55	0,63%
Alimentação	23,40	0,31%
Demais transporte de passageiros	22,28	0,29%
Educação mercantil	20,73	0,27%
Armazenagem e correio	17,88	0,23%
Serviços de arquitetura, engenharia, testes e pesquisa e desenvolvimento	15,17	0,20%
Desenvolvimento de sistema e outros serviços de informação	14,70	0,19%
Água, esgoto e gestão de resíduos	10,21	0,13%
Produção florestal, pesca e aquicultura	9,10	0,12%
Alojamento	8,84	0,12%
Serviços imobiliários e aluguel	8,60	0,11%
Atividades de vigilância, segurança e investigação	7,79	0,10%
Construção	7,07	0,09%
Outros setores	51,45	0,67%
Total	7668,84	100,00%

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

Com relação aos impactos de longo prazo, o funcionamento dos parques eólicos na região adiciona de ICMS em torno de R\$ 27 milhões por ano para todos os municípios, levando em consideração a quantidade produzida de MWh por ano na região e o valor médio por unidade transacionado nos leilões ANEEL em torno de R\$ 98,6.

Na tabela 4, apresentam-se os ganhos na produção de um choque de demanda final na administração pública, proveniente do valor gerado de ICMS pelos parques eólicos. Constata-se que o maior incremento ocorre no setor de administração pública, uma vez que os recursos proporcionam a elevação das compras do setor no mesmo montante. Além disso, o ICMS adicional afeta indiretamente a produção dos demais setores da economia da região, sendo os mais impactados os maiores fornecedores à administração pública, tais como: construção, alimentação e comércio.

Tabela 4 – Choque de demanda dos ganhos da produção de energia eólica

Setor	Milhões R\$	Participação
Administração pública	27,0000	76,8064%
Construção	1,4173	4,0319%
Alimentação	1,0036	2,8549%
Comércio	0,8251	2,3470%
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,6451	1,8350%
Intermediação financeira e seguros	0,5030	1,4310%
Atividades de vigilância, segurança e investigação	0,3594	1,0223%
Educação mercantil	0,3315	0,9430%
Outros serviços	0,3147	0,8951%
Transporte de carga rodoviário	0,2179	0,6199%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,2044	0,5815%
Desenvolvimento de sistema e outros serviços de informação	0,1850	0,5264%
Demais transportes de passageiros	0,1597	0,4543%
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	0,1415	0,4025%
Manutenção, reparação e instalação de máq. e equip.	0,1331	0,3786%
Agricultura, silvicultura	0,1296	0,3686%
Outras atividades administrativas	0,1287	0,3661%
Outros produtos alimentares	0,1210	0,3443%
Edição, edição integrada e impressão	0,1206	0,3432%
Armazenagem e correio	0,1185	0,3371%
Outros setores	1,0937	3,1111%
Total	35,1533	100,0000%

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

Outro impacto de longo prazo, com o funcionamento dos parques eólicos provenientes da geração de receitas do ICMS vem do incremento no valor adicionado. Na tabela 5, percebemos que os R\$ 27 milhões de ICMS resultam em aproximadamente R\$ 25,8 milhões de valor adicionado bruto, com destaque para os setores de administração pública, comércio e construção.

Além disso, a receita oriunda do ICMS impacta o total de empregos gerados na Costa Sul. Conforme demonstra a tabela 5, são gerados 372 empregos diretos e indiretos, sendo a maior parte na administração pública.

Tabela 5 – Incremento de valor adicionado e emprego com a operação dos parques eólicos

Setor	VAB em R\$ Milhões	Setor	Empregos em unidades
Administração pública	16,0004	Administração pública	262,0889
Comércio	1,6150	Atividades de vigilância	25,0752
Construção	1,5099	Comércio	20,9457
Alimentação	0,6320	Construção	13,9741
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,5401	Alimentação	11,8423
Intermediação financeira e seguros	0,5297	Educação mercantil	5,5292
Educação mercantil	0,3655	Água, esgoto e gestão de resíduos	5,0708
Atividades de vigilância	0,3088	Transporte de carga rodoviário	4,0844
Outros serviços	0,2872	Outros serviços	3,4148
Transporte de carga rodoviário	0,2340	Desenvolvimento de sistema	3,2750
Energia elétrica, gás natural e útil.	0,1860	Demais transportes de passageiros	3,0156
Demais transportes de passageiros	0,1797	Intermediação financeira e seguros	2,7331
Desenvolvimento de sistema	0,1560	Armazenagem e correio	1,8376
Agricultura, silvicultura	0,1277	Agricultura, silvicultura	1,2979
Armazenagem e correio	0,1241	Alojamento	1,1855
Outras atividades profissionais	0,1141	Produtos de madeira	0,9040
Manutenção, reparação e instal.	0,0900	Edição e impressão	0,8020
Outras atividades administrativas	0,0886	Manutenção, reparação e instal.	0,7903
Edição e impressão	0,0756	Energia elétrica, gás natural e útil.	0,6873
Aluguéis não imobiliários	0,0715	Outras atividades profissionais	0,4602
Serviços imobiliários e aluguel	0,0591	Serviços de arquitetura e engenharia	0,4481
Alojamento	0,0577	Produtos de metal	0,4365
Produtos de madeira	0,0531	Aluguéis não imobiliários	0,4232
Outros setores	0,3985	Outros setores	2,3423
Total	23,8040	Total	372,6640

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi avaliar o impacto da implementação dos parques eólicos sobre a economia da Costa Sul Gaúcha. A partir da MIP da Costa Sul do Rio Grande do Sul, estimada por Oliveira e Gonçalves (2018), foram simulados os efeitos de curto prazo (choques dos investimentos) e de longo prazo (arrecadação de ICMS a partir da produção de energia eólica).

Os resultados de curto prazo dos choques de demanda no setor de energia elétrica, gás natural e outras utilidades, oriundos dos investimentos nos parques eólicos, geram R\$ 7,6 bilhões na produção da Costa Sul (com destaque para os setores de energia elétrica, gás natural e outras utilidades; intermediação financeira e seguros; comércio; manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos; produtos de madeira - exclusivamente móveis e transporte de carga).

Ainda nos resultados de curto prazo, os investimentos nos parques eólicos geram 20.847 empregos diretos e indiretos e R\$ 3,77 bilhões de valor adicionado bruto, considerando, respectivamente, os choques nos multiplicadores de emprego e o valor adicionado.

No que tange aos impactos de longo prazo, o funcionamento dos parques eólicos na região adiciona em torno de R\$ 27 milhões de ICMS por ano para todos os municípios da região. Os ganhos na produção giram em torno de R\$ 35,1 milhões, e, em valor adicionado bruto, em torno de R\$ 25,8 milhões. Também são gerados 372 empregos diretos e indiretos, sendo a maior parte na administração pública.

Como o ICMS vai diretamente para a administração pública, as finalidades nobres deste setor, como investimentos em infraestrutura, urbanização, manutenção do patrimônio, educação básica e saúde, também são beneficiadas.

Além disso, a geração de energia na região afeta, em longo prazo, o meio ambiente. Nesse sentido, Cardoso e Collischonn (2015), assim como Simas e Pacca (2013), mencionam que o investimento em energia eólica fornece energia ambientalmente sustentável e limpa ao Brasil, sem prejuízo ao planeta. Além disto, o grande investimento efetuado nessa fonte renovável proporciona o surgimento de mais empregos e a impulsão da agricultura e da pecuária, acarretando também benefícios sociais às populações.

Nesse sentido, Cirstea (2015) argumenta que essa distribuição energética é a opção mais barata e acessível para atender às necessidades das comunidades, contribuindo vigorosamente para o desenvolvimento de empresas de porte pequeno e cooperando com setores em crescimento, uma vez que estes poderão gerar rendas e empregos locais.

A região produz, atualmente, 8.5 GW de energia, apesar de um potencial máximo estimado de 22.6 GW. Portanto, o crescimento futuro do setor é bastante promissor na região, além disso, supre a necessidade de geração de energia de forma sustentável e limpa, um dos grandes desafios dos tempos atuais. Pesquisas futuras devem incluir a desagregação da matriz energética da região, incorporando um módulo satélite ambiental por fonte de energia, avaliando simultaneamente aspectos econômicos e ambientais, estimulando a competição por espaço com outras atividades econômicas como a agricultura, no intuito de maximizar a produção econômica sustentável e o bem-estar da população.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Eólica já é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira com 15 GW de capacidade instalada**. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/noticias/eolica-ja-e-a-segunda-fonte-da-matriz-eletrica-brasileira-com-15-gw-de-capacidade-instalada/>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

BINSWANGER, H. C. **Fazendo a sustentabilidade funcionar**. In: CAVALCANTI, C. (Ed.). **Meio-ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. Recife; São Paulo: Joaquim Nabuco; Cortez, 1997.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, application - a report to the Balaton**. Winnipeg: IISD, 1999.

BRASIL. **Relação anual de informações sociais (RAIS)**. Ministério do trabalho e emprego. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

CARDOSO, A. M.; COLLISCHONN, E. Parques de produção de energia eólica e transformações na paisagem - estudo de caso em Santa Vitória do Palmar/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, v. 1, n. 25, p. 82-97, 2015.

CAVALCANTI, C. **Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável**. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A.

- (Eds.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. 3 ed. Campinas, SP: UNICAMP. IE, 1997.
- CÎRSTEA, S. Socio-economic impact of wind turbines implementation. **Annals - Economy Series**, v. 6, n. 1, p. 145–151, 2015.
- DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **DEEDADOS**. Disponível em: <<http://feedados.fee.tche.br/feedados/>>. Acesso em: 25 maio. 2020.
- DIEGUES, A. C. S. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 6, n. 1–2, p. 22–29, 1992.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2020**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acesso em: 20 maio. 2020.
- FAUCHEUX, S.; NOËL, J. F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- FERNANDEZ, B. P. M. Ecodesenvolvimento, desenvolvimento sustentável e economia ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 1–2, n. 23, p. 109–120, 15 jun. 2011.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report. Annual Market Update**. Disponível em: <<https://gwec.net/global-wind-report-2019/>>. Acesso em: 21 maio. 2019.
- GUILHOTO, J. J. M. **Input-Output Analysis: Theory and Foundations (Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos)**. [s.l.: s.n.].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de contas regionais**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change and land**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2020.
- LEONTIEF, W. W. Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States. **The Review of Economics and Statistics**, v. 18, n. 3, p. 105, ago. 1936.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: ABEÓLICA, 2001.
- OLIVEIRA, C. R.; GONÇALVES, R. R. **Sectoral production structure of the south coast of the state rio grande do sul/br: an approach with input output matrix**. Disponível em: <https://www.iioa.org/conferences/26th/papers/files/3429_20180511111_RSsouthcoast.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. In: BURSZTYN, M. (Ed.). **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO. **Atlas eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: AGDI, 2014.

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

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.