



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, CONTÁBEIS E ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA APLICADA
MESTRADO EM ECONOMIA

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NO SETOR
PORTUÁRIO DO RIO GRANDE DO SUL: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO
PORTUÁRIA DE RIO GRANDE/RS

JAIRO SILVA DE MACEDO BRITO

RIO GRANDE

2025

JAIRO SILVA DE MACEDO BRITO

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NO SETOR
PORTUÁRIO DO RIO GRANDE DO SUL: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO
PORTUÁRIA DE RIO GRANDE/RS

Dissertação apresentada como pré-requisito para a
obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada
junto à Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo da Rocha Gonçalves
Coorientador: Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira

RIO GRANDE

2025

B862a

Brito, Jairo Silva de Macedo

Análise das variações climáticas e seus impactos no setor portuário do Rio Grande do Sul: estudo de caso para a região portuária de Rio Grande/RS / Jairo Silva de Macedo Brito. – 2025.

62 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, 2025.

Orientador: Dr. Rodrigo da Rocha Gonçalves.

Coorientador: Dr. Gibran da Silva Teixeira.

1. Economia Aplicada. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Variações climáticas. 4. Portos marítimos. I. Gonçalves, Rodrigo da Rocha. II. Teixeira, Gibran da Silva. III. Título.

CDU 330.1




ATA DE REUNIÃO, DE 19 DE AGOSTO DE 2025

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO


Aos 20 dias do mês de Agosto de dois mil e vinte e cinco, às 15h, realizou-se a defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, nível mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, no ambiente virtual da SEaD, cuja Banca foi constituída pelos professores: Rodrigo da Rocha Gonçalves, Gibran da Silva Teixeira, Márcio Nora Barbosa, Pedro Henrique Soares Leivas e Rodrigo Gustavo de Souza, para arguir do mestrando **Jairo Silva de Macedo Brito**. Após a apresentação da dissertação intitulada "**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NO SETOR PORTUÁRIO DO RIO GRANDE DO SUL: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO PORTUÁRIA DE RIO GRANDE/RS**" e a arguição dos avaliadores seguida de defesa, a Banca reuniu-se e considerou o trabalho Aprovado emitindo o parecer a seguir:

Aprovação com pequenas modificações no texto.


Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente Ata que após lida e aprovada será assinada pelos membros componentes da Banca.

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO DA ROCHA GONCALVES**
Data: 20/08/2025 17:20:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Rodrigo da Rocha Gonçalves
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **GIBRAN DA SILVA TEIXEIRA**
Data: 23/09/2025 13:38:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Gibran da Silva Teixeira
Coorientador

Documento assinado digitalmente
 **MARCIO NORA BARBOSA**
Data: 23/09/2025 16:27:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Márcio Nora Barbosa
FURG

Documento assinado digitalmente
 **PEDRO HENRIQUE SOARES LEIVAS**
Data: 24/09/2025 15:16:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Pedro Henrique Soares Leivas
FURG



Prof. Rodrigo Gustavo de Souza
UFMA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, porto seguro em todas as etapas da minha vida; à minha companheira Alessandra, pelo amor, pela paciência e pelo constante encorajamento ao longo desta jornada; e à minha irmã e ao meu cunhado, pais de minha querida sobrinha e afilhada Laura, que enche minha vida de alegria e esperança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo da Rocha Gonçalves, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira, pela dedicação, paciência e valiosas contribuições ao longo desta pesquisa. Estendo também minha gratidão aos Professores Dr. Márcio Nora Barbosa, Dr. Pedro Henrique Soares Leivas e Dr. Rodrigo Gustavo de Souza, membros da banca avaliadora, pelas orientações criteriosas e pelas contribuições que tanto enriqueceram esta dissertação.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande, registro meu agradecimento pelos ensinamentos, pelos debates e pelo apoio durante essa caminhada acadêmica. À Universidade Federal do Rio Grande, sou igualmente grato pelo ambiente de aprendizado e pelas oportunidades oferecidas ao longo da formação.

Ao meu amigo Bruno Lima, colega da Marinha do Brasil e grande incentivador nesta trajetória acadêmica, registro um agradecimento especial pela confiança e apoio constantes.

De forma muito especial, agradeço à minha família, que sempre me sustentou com amor e dedicação. À minha mãe, Antonia, e ao meu pai, Jaime, pelo encorajamento e por tantas vezes colocarem o meu futuro acima do próprio bem-estar. À minha irmã Jaína e ao meu cunhado Alex, pela presença afetuosa e pela dádiva de me presentear com minha sobrinha e afilhada Laura, fonte inesgotável de alegria e inspiração. À minha companheira Alessandra, com quem compartilho a vida há mais de 14 anos, manifesto minha profunda gratidão pelo amor, pela compreensão e pelo apoio diário. Ao meu lado em Rio Grande, foi ela quem tornou esta jornada possível, sustentando-me nos momentos mais difíceis e celebrando cada conquista como se fosse sua.

A todos que, de diferentes formas, contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico, deixo registrado meu sincero e eterno agradecimento.

RESUMO

Este estudo investiga os impactos das variações climáticas sobre o setor portuário, com ênfase na região portuária de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul. Como principal instrumento metodológico, utiliza-se a Matriz de Insumo-Produto Inter-regional com ano-base de 2021, que permite quantificar os efeitos diretos e indiretos das variáveis climáticas sobre as operações portuárias e sobre os setores econômicos mais dependentes dessas atividades logísticas, evidenciando o impacto econômico dessas alterações. A partir das simulações realizadas, observa-se que o Porto do Rio Grande, posicionado como um polo estratégico no extremo sul do Brasil, desempenha papel fundamental na economia do mar do país, sendo responsável por grande parte da movimentação de commodities essenciais ao comércio exterior e ao dinamismo econômico regional. Os resultados apontam que eventos climáticos extremos, como tempestades, elevação do nível do mar e alterações nos padrões de precipitação, afetam negativamente a produtividade das atividades portuárias, comprometendo não apenas o funcionamento logístico, mas também setores interligados, como indústrias de manufaturas, produtos alimentares, máquinas e equipamentos, transporte e comércio. Constata-se que tais setores são os mais sensíveis às perdas de produtividade em termos de geração de valor adicionado e volume de produção. Diante desses achados, destaca-se a urgência na formulação de estratégias de mitigação e adaptação que ampliem a resiliência da infraestrutura portuária frente aos impactos das variáveis climáticas. O estudo contribui com subsídios técnicos para políticas públicas e decisões institucionais voltadas à sustentabilidade da economia portuária, reforçando o papel do Porto do Rio Grande como agente estruturante do desenvolvimento regional no contexto da economia azul.

Palavras-Chave: Economia Azul, Variáveis Climáticas, Matriz Insumo-Produto, Impacto Econômico e Economia Portuária.

ABSTRACT

This study investigates the impacts of climate variations on the port sector, with emphasis on the Port of Rio Grande region, in the state of Rio Grande do Sul. As the main methodological instrument, the Interregional Input-Output Matrix with 2021 as the base year is employed, which allows quantifying the direct and indirect effects of climate variables on port operations and on the economic sectors most dependent on these logistical activities, evidencing the economic impact of these changes. Based on the simulations carried out, it is observed that the Port of Rio Grande, positioned as a strategic hub in the extreme south of Brazil, plays a fundamental role in the country's ocean economy, being responsible for a large share of the movement of essential commodities for foreign trade and regional economic dynamism. The results indicate that extreme climate events, such as storms, sea level rise, and changes in precipitation patterns, negatively affect the productivity of port activities, compromising not only logistical functioning but also interconnected sectors, such as manufacturing industries, food products, machinery and equipment, transportation, and trade. It is found that these sectors are the most sensitive to productivity losses in terms of value added and production volume. In light of these findings, the urgency is highlighted for the formulation of mitigation and adaptation strategies that strengthen the resilience of port infrastructure in the face of the impacts of climate variables. The study contributes technical support for public policies and institutional decisions aimed at the sustainability of the port economy, reinforcing the role of the Port of Rio Grande as a structuring agent of regional development in the context of the blue economy.

Keywords: Blue Economy, Climatic Variables, Input-Output Matrix, Economic Impact and Port Economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa das Regiões da Matriz Insumo-Produto.....	24
Figura 2 - Relações de Insumo-Produto num sistema inter-regional.....	30
Figura 3 - Fluxograma da metodologia.....	36
Quadro 1 - Compatibilização setores da MIP, CNAE e CBO para o ano de 2021.....	37
Tabela 1 - Perfil socioeconômico da região portuária de Rio Grande.....	25
Tabela 2 - Setores da Matriz Insumo-Produto da Região Portuária de Rio Grande - 2021.....	35
Tabela 3 - Participação econômica das atividades portuárias.....	40
Tabela 4 - Vínculos empregatícios nas principais ocupações portuária em R1, R2 e R3.....	42
Tabela 5 - Análise dos Setores Econômicos Vinculados à Região Portuária de Rio Grande - 2021....	44
Tabela 6 - Índices de ligação da região R1.....	48
Tabela 7 - Índices de ligação da região R2.....	49
Tabela 8 - Simulação de impactos econômicos das atividades portuárias em R1.....	51
Tabela 9 - Perda de produtividade de 10% nas atividades portuárias da região R1.....	54
Gráfico 1 - Multiplicador da produção R1.....	46
Gráfico 2 - Multiplicador da produção R2.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
BI	Índice total de ligação
BL	Ligação para trás (Backward Linkage)
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
DEA	Análise Envoltória de Dados
EGC	Equilíbrio Geral Computável
EMP	Emprego
FL	Ligação para frente (Forward Linkage)
GIC	Grupo de Indústria e Competitividade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MIP	Matriz Insumo-Produto
PIB	Produto Interno Bruto
PROD	Produção total
R1	Região Portuária de Rio Grande
R2	Demais regiões do estado do Rio Grande do Sul
R3	Demais regiões do Brasil
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
UFRG	Universidade Federal do Rio Grande
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VAB	Valor Adicionado Bruto
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	ECONOMIA AZUL	13
2.2	ECONOMIA PORTUÁRIA	18
2.2.1	Estudos Empíricos sobre Economia Portuária	19
3	ESTRATÉGIA METODOLÓGICA.....	23
3.1	REGIÃO DE ESTUDO	23
3.1.1	Características Geográficas.....	25
3.1.2	Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM).....	26
3.1.3	Aspectos econômicos.....	27
3.2	METODOLOGIA E DADOS.....	28
3.2.1	Definições sobre Matriz Insumo-Produto	28
3.2.2	Métodos de análise.....	32
3.2.3	Base de dados e procedimentos para estimação da Matriz Insumo-Produto	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	PARTICIPAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES PORTUÁRIAS	40
4.2	PERFIL ECONÔMICO DAS REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL.....	45
4.3	SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE IMPACTOS ECONÔMICOS.....	50
4.3.1	Simulação de choques de investimentos nas atividades portuárias	50
4.3.2	Simulação de choques de perdas de produtividade nas atividades portuárias	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem causado impactos significativos em diversos setores econômicos globais, exigindo uma análise criteriosa de suas consequências e desafios. No contexto brasileiro, onde a infraestrutura portuária é vital para a economia azul e o comércio exterior, torna-se essencial compreender os custos das mudanças climáticas, especialmente na região sul do Rio Grande do Sul. Segundo o Departamento de Estudos Econômicos - Cade (2024), aproximadamente 95% do comércio exterior brasileiro é realizado por meio do setor portuário, o que evidencia sua influência econômica. Como observam Blonigen e Wilson (2008), a eficiência dos portos é fundamental para facilitar o comércio internacional, o que torna ainda mais relevante estudar os impactos climáticos nessas operações.

Na literatura, destaca-se que interrupções e danos à infraestrutura portuária comprometem não só as operações, mas também a economia regional e nacional. Becker et al. (2018) exploram como a infraestrutura danificada eleva os custos operacionais, reduz a capacidade portuária e interfere no fluxo logístico. A ausência de sistemas de resposta ágeis e de infraestrutura adaptada leva a períodos de inatividade elevados, afetando a eficiência e ampliando custos para operadores e usuários dos portos. Esses impactos podem prejudicar as cadeias logísticas, afetando desde a produção até o abastecimento de bens de consumo e gerando efeitos em cascata na economia regional.

Por outro lado, Becker et al. (2018) enfatizam a necessidade de estratégias de adaptação e recuperação para minimizar tempos de inatividade e reduzir a vulnerabilidade das infraestruturas. Portos em áreas sujeitas a desastres naturais enfrentam desafios adicionais, o que demanda investimentos em tecnologia e planos de contingência para prevenir perdas financeiras e manter a confiança dos usuários.

Dessa forma, a análise da vulnerabilidade e a implementação de medidas de resiliência são fundamentais para evitar interrupções prolongadas e diminuir danos, assumindo um papel central no planejamento portuário e na formulação de políticas, especialmente em um cenário de mudanças climáticas e aumento de eventos extremos. Variáveis climáticas como temperatura, precipitação e eventos extremos apresentam implicações financeiras significativas para as infraestruturas costeiras, desafiando sua sustentabilidade operacional e viabilidade econômica.

Estudos de Becker et al. (2012), Chatterton et al. (2016) e Marengo (2014) mostram que esses fatores impactam diretamente os custos de manutenção, adaptação e recuperação das operações portuárias. Becker et al. (2012) observa que eventos como tempestades e elevação do nível do mar

aumentam os custos de reparo e adaptação, além de exigir investimentos em infraestrutura de proteção costeira, como muros de contenção e drenagem, para garantir a continuidade das operações.

Chatterton et al. (2016) exploram os impactos financeiros das interrupções operacionais causadas por eventos climáticos, destacando o aumento nos custos de seguro e a redução da atratividade dos portos para a logística global. A frequência de eventos extremos pressiona os orçamentos, exigindo investimentos preventivos e planejamento de longo prazo para mitigar esses riscos e manter a competitividade portuária. Marengo (2014) reforça que, no Brasil, mudanças nos padrões de chuva e elevações de temperatura agravam a vulnerabilidade das infraestruturas portuárias, especialmente nas regiões mais suscetíveis a inundações.

Essas perspectivas indicam que a gestão portuária deve incorporar análises rigorosas dos impactos financeiros das variáveis climáticas para manter a resiliência e viabilidade econômica das operações. Nesse contexto, a quantificação dos custos gerados por paradas operacionais é importante para compreender os efeitos do clima sobre o setor. Portos estratégicos para o comércio global enfrentam desafios devido à localização costeira e à vulnerabilidade de infraestruturas fixas aos eventos extremos (Teixeira et al., 2024). Em estudo sobre os portos de São Francisco do Sul e Itapoá, verificou-se que cada interrupção operacional ocasiona, em média, até 15 horas de atraso no Porto de São Francisco do Sul, resultando em perdas aproximadas de R\$ 14 milhões em 2021 apenas em receitas de atracação devido a paradas climáticas (Teixeira et al., 2024).

Essa quantificação se baseou na análise de dados de 4.332 navios entre 2018 e 2021, considerando variáveis como tempo médio de atracação e desatracação (Teixeira et al., 2024). Além de mensurar custos diretos, o estudo permite identificar padrões úteis para prever e reduzir futuros impactos econômicos. Essa pesquisa destaca a necessidade de investimentos em infraestrutura resiliente e estratégias de adaptação climática para minimizar os custos das interrupções operacionais. A quantificação precisa desses custos é fundamental para justificar investimentos e formular políticas que garantam a sustentabilidade do setor portuário frente as mudanças climáticas.

Dessa forma, os impactos setoriais das mudanças climáticas na atividade portuária é uma lacuna existente na literatura econômica. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas sobre o setor portuário do Rio Grande do Sul, com foco na região de Rio Grande, utilizando a Matriz de Insumo-Produto Inter-regional para identificar efeitos econômicos diretos e indiretos, bem como propor estratégias de adaptação que fortaleçam a resiliência e a sustentabilidade do setor.

Com o propósito de delimitar as principais etapas deste estudo e assegurar um encadeamento lógico nas ações a serem realizadas, estabelecem-se como objetivos específicos investigar, com base na literatura, os principais custos econômicos e operacionais decorrentes de mudanças climáticas sobre a atividade portuária; analisar os impactos dessas mudanças na economia regional do Rio Grande do Sul, com ênfase nos setores que dependem diretamente do porto; e propor estratégias e políticas que aumentem a capacidade de adaptação do setor portuário frente aos desafios climáticos, assegurando a sustentabilidade econômica da região.

Além desta introdução, a dissertação está organizada da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, discutindo conceitos da economia azul, da economia portuária e evidências empíricas sobre os impactos das mudanças climáticas no setor. O capítulo 3 descreve a região de estudo, suas características geográficas, econômicas e ambientais, e detalha a metodologia, centrada na aplicação da matriz de insumo-produto e nos procedimentos de coleta e análise de dados. O capítulo 4 é dedicado à apresentação e discussão dos resultados e, por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais e as principais contribuições do estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este tópico revisa as principais contribuições teóricas e empíricas relacionadas aos temas da Economia Azul e da Economia Portuária, com foco em suas relações e implicações para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento econômico. Inicialmente, apresenta-se a Economia Azul como uma abordagem estratégica que visa o uso sustentável dos recursos oceânicos, considerando seus aspectos econômicos, sociais e ecológicos. Essa perspectiva é relevante no contexto brasileiro, dada a extensão da zona costeira e a importância dos recursos marinhos para a economia nacional.

Em seguida, a literatura sobre Economia Portuária é examinada, destacando os impactos das mudanças climáticas nas operações portuárias e a capacidade de adaptação do setor. Estudos mostram a vulnerabilidade dos portos ao aumento do nível do mar e eventos extremos, evidenciando a necessidade de práticas que garantam a resiliência das operações. A revisão estabelece bases teóricas e analíticas para o estudo, abordando desafios e oportunidades para estratégias de sustentabilidade no setor portuário.

2.1 ECONOMIA AZUL

A Economia Azul é um conceito emergente e multidimensional que integra o uso sustentável dos recursos oceânicos, marinhos e costeiros ao desenvolvimento econômico, social e ambiental. Amplamente explorado na literatura, esse conceito abrange uma variedade de setores, como pesca, aquicultura, turismo, transporte marítimo, energias renováveis e não renováveis, além da biotecnologia marinha (Haddad e Araújo, 2023). A literatura especializada revela uma diversidade de perspectivas e abordagens sobre o tema, evidenciando sua complexidade e a necessidade de uma análise interdisciplinar para compreendê-lo de forma abrangente.

De acordo com Ram et al. (2019), a Economia Azul compreende o uso sustentável dos recursos oceânicos como forma de promover o crescimento econômico e melhorar as condições de subsistência, ao mesmo tempo em que assegura a preservação dos ecossistemas marinhos e costeiros. Nesse contexto, reconhece-se a importância de conciliar o aproveitamento econômico do mar com práticas que garantam a resiliência ambiental e a continuidade dos benefícios para as comunidades que dele dependem.

Essa perspectiva é reforçada por Jupiter et al. (2014), que enfatizam a gestão equilibrada das áreas marinhas, de modo a conciliar a conservação dos ecossistemas com as necessidades humanas, promovendo um desenvolvimento econômico sustentável.

Pendleton et al. (2012) introduzem o conceito de "carbono azul", ressaltando a relevância dos ecossistemas costeiros e marinhos na mitigação das mudanças climáticas. A proteção e restauração desses ecossistemas são pilares essenciais para a Economia Azul, pois oferecem benefícios econômicos expressivos e contribuem para a sustentabilidade climática. Nesse contexto, Appeltans et al. (2012) destacam a preservação da biodiversidade marinha como elemento crucial para a resiliência dos ecossistemas e a continuidade das atividades econômicas dependentes desses recursos.

Segundo o World Bank e a UN (2017), a Economia Azul é uma abordagem que vai além dos modelos tradicionais, reconhecendo a compatibilidade entre crescimento econômico e a saúde dos oceanos. Baseia-se na ideia de que não é possível intensificar as mudanças humanas nos ecossistemas marinhos, buscando mitigar riscos ambientais e equilibrar a capacidade dos oceanos com sua resiliência. Trata-se de uma estratégia de longo prazo que apoia o crescimento sustentável em setores ligados ao mar, promovendo também o bem-estar humano, a equidade social e a preservação ambiental (WORLD BANK; UNITED NATIONS, 2017; UNEP, 2013; UNCTAD, 2016).

O relatório do World Bank e da UN (2017) também caracteriza a Economia Azul como a utilização sustentável dos recursos oceânicos para promover crescimento econômico, melhorar meios de subsistência e criar empregos, ao mesmo tempo em que preserva a saúde dos ecossistemas. Essa abordagem enfatiza a criação de uma economia baseada no uso responsável dos oceanos, destacando a necessidade de gestão adequada dos recursos marinhos.

A Economia Azul abrange as diversas atividades que utilizam o oceano, seus recursos e seu potencial, promovendo o desenvolvimento econômico de forma sustentável. Nesse contexto, a Economia Azul pode ser descrita como um conjunto de conexões entre essas atividades, destacando como uma região costeira pode, simultaneamente, desenvolver setores como o transporte marítimo, o turismo costeiro, a produção de energia eólica offshore e a pesca, criando um ecossistema econômico dinâmico e interdependente.

Além dessas atividades, a exploração de recursos minerais no fundo do mar também é uma vertente significativa da Economia Azul. As plataformas de perfuração utilizam tecnologias avançadas para acessar reservas submersas de petróleo e gás, um setor que, embora essencial para a economia global, exige uma gestão rigorosa para evitar impactos ambientais negativos. De forma complementar, a aquicultura, representada por viveiros marinhos, tem se consolidado como uma

prática chave na produção de alimentos sustentáveis, permitindo a produção em larga escala de peixes e mariscos sem sobrecarregar os ecossistemas pesqueiros naturais.

A pesca sustentável, uma das principais atividades da Economia Azul, utilizam técnicas modernas de captura e cultivo de espécies marinhas que garantem a preservação dos recursos pesqueiros. A utilização de tecnologias avançadas para monitoramento ambiental e pesquisa científica, como equipamentos de análise subaquática e sensores, é outro elemento crucial dessa economia, pois essas ferramentas permitem a coleta de dados sobre a saúde dos oceanos, a biodiversidade marinha e as condições climáticas. A pesquisa científica, nesse contexto, oferece informações essenciais para a gestão adequada dos recursos marítimos e para a promoção da sustentabilidade.

Além disso, o turismo costeiro e a navegação, representados por cruzeiros e embarcações de turismo, são setores complementares da Economia Azul que geram impactos econômicos significativos. O turismo sustentável, ao explorar as belezas naturais e a biodiversidade marinha, promove a conscientização sobre a importância da preservação ambiental e pode funcionar como uma importante fonte de renda para as comunidades locais. O desenvolvimento de políticas que incentivem o uso responsável e equilibrado dos espaços marítimos é, portanto, essencial para maximizar os benefícios econômicos do turismo sem prejudicar os ecossistemas.

A integração dessas atividades com a implementação de práticas inovadoras e tecnologias sustentáveis pode transformar uma região costeira em um polo de desenvolvimento econômico, onde a preservação ambiental e o avanço tecnológico caminham lado a lado. Ao adotar uma abordagem coordenada, é possível garantir que os recursos marinhos sejam utilizados de forma eficiente e responsável, promovendo a prosperidade econômica e a proteção dos oceanos para as futuras gerações. Dessa forma, a Economia Azul não apenas impulsiona o crescimento de diversos setores econômicos, mas também se apresenta como uma alternativa viável para o desenvolvimento sustentável.

No contexto brasileiro, Santos et al. (2022) observam que a Economia Azul é definida como "o uso sustentável dos recursos marinhos para o desenvolvimento econômico, melhoria do bem-estar social e geração de empregos, conservando a saúde dos ecossistemas oceânicos e costeiros" (p. 51). Os autores destacam que essa definição foi apresentada como uma versão preliminar pelo Grupo Técnico (GT) PIB do Mar na 146ª Sessão Ordinária da Subcomissão para o Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM), realizada em 6 de abril de 2022, no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

Nos últimos anos, diversos estudos empíricos têm sido realizados para investigar a economia portuária, especialmente no contexto das mudanças climáticas e seus impactos nas atividades portuárias. Esses estudos são essenciais para compreender como as variáveis climáticas afetam a operação dos portos e quais medidas podem ser adotadas para atenuar os impactos nos recursos marinhos. Esse conceito destaca a importância de uma exploração responsável de recursos como a pesca, aquicultura, turismo e energia renovável, de forma a preservar a saúde dos ecossistemas marinhos e melhorar a qualidade de vida das comunidades que deles dependem.

No Brasil, a Economia Azul relaciona desenvolvimento econômico, conservação ambiental, coesão social e inovação em pesquisa. Esse modelo impulsiona setores estratégicos, como turismo, pesca e aquicultura, criando empregos e renda para as comunidades costeiras. Além disso, a abordagem sustentável visa proteger os ecossistemas marinhos, garantindo que a exploração dos recursos não resulte em degradação ambiental. O desenvolvimento sustentável dos recursos marinhos pode melhorar as condições de vida das populações locais, promover inclusão social e fortalecer as economias regionais, além de incentivar a pesquisa e a inovação em tecnologias que favoreçam a sustentabilidade e a eficiência na utilização dos recursos.

Dessa forma, a Economia Azul se apresenta como uma oportunidade estratégica para o Brasil desenvolver sua economia de maneira sustentável, ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente e promove o bem-estar social. A produção acadêmica sobre o tema tem crescido significativamente, sendo possível observar, na pesquisa de Santos et al. (2022), uma utilização de técnicas estatísticas e matemáticas para quantificar e analisar essa produção científica. O estudo mapeia o estado atual da pesquisa, identifica temas mais explorados, lacunas existentes e a evolução da literatura ao longo do tempo.

A diversidade de abordagens sobre a Economia Azul reflete a complexidade do tema, com enfoques variados que incluem aspectos econômicos, ambientais e sociais. Essa pluralidade sugere que ainda existem debates e divergências significativas sobre definições, metodologias e práticas relacionadas à Economia Azul, ressaltando a necessidade de um diálogo contínuo para alcançar um entendimento mais preciso e consensual.

Os autores enfatizam a importância de uma abordagem interdisciplinar para explorar os desafios e oportunidades da Economia Azul no Brasil. Áreas como Geologia, Meteorologia, Oceanografia, Biologia, Engenharia, Direito, Administração, Economia, Turismo, Ciência Política e Relações Internacionais desempenham papéis fundamentais para uma análise abrangente e eficaz dos sistemas marinhos e costeiros.

Ademais, é fundamental mensurar continuamente o impacto da Economia Azul no Produto Interno Bruto (PIB) do país, visando ao desenvolvimento sustentável. A mensuração sistemática do impacto econômico permite avaliar a contribuição das indústrias marítimas para a economia nacional, tomar decisões informadas, identificar oportunidades e desafios, engajar a sociedade civil e comparar a posição do Brasil com outros países.

O estudo destaca, também, a importância do transporte marítimo e da infraestrutura portuária no contexto da Economia Azul. A análise da participação do Brasil no mercado global de exportações, como a exportação de soja, evidencia a interconexão entre a Economia Azul, o setor portuário e as atividades de exportação. A infraestrutura marítima e o transporte de mercadorias são essenciais para impulsionar o desenvolvimento econômico sustentável, alinhado aos princípios da Economia Azul.

Nesse cenário, a Economia Azul se configura como um caminho promissor para o Brasil desenvolver sua economia de maneira sustentável, alavancando suas riquezas marinhas e preservando o meio ambiente, ao mesmo tempo em que promove o bem-estar social. Sua conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 14 – Vida na Água – reforça a importância da conservação e do uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos (United Nations, 2022). Alinhada às diretrizes globais da Organização das Nações Unidas, essa abordagem se mostra fundamental para enfrentar os desafios ambientais, econômicos e sociais da atualidade.

Entre os vários elementos que sustentam a Economia Azul, destaca-se a relação com o setor portuário, um tema que ganha relevância ao ser analisado no contexto da Economia Portuária. Essa conexão reflete o uso sustentável dos recursos marinhos aliado à infraestrutura necessária para viabilizar o comércio e a logística. Nesse contexto, os portos desempenham papel estratégico como pontos de entrada e saída de mercadorias, cuja gestão sustentável – por meio de tecnologias que reduzem a poluição, eficiência na gestão de resíduos e proteção da biodiversidade – contribui significativamente para os objetivos da Economia Azul.

Nesse sentido, a infraestrutura portuária pode ser projetada para facilitar o transporte de produtos sustentáveis, como aqueles provenientes da pesca responsável e da aquicultura, em conformidade com os princípios da Economia Azul. Dessa forma, a modernização e a sustentabilidade dos portos não apenas elevam a eficiência logística, mas também garantem que o desenvolvimento econômico ocorra de maneira a preservar os recursos marinhos e minimizar os efeitos das mudanças climáticas. Isso promove um futuro mais sustentável para as comunidades costeiras e para o país como um todo.

2.2 ECONOMIA PORTUÁRIA

A economia portuária é um campo de estudo que abrange as atividades econômicas relacionadas à operação, gestão e desenvolvimento de portos e terminais marítimos. Os portos desempenham um papel crucial no comércio global, facilitando a movimentação de mercadorias entre países e regiões. Sua importância econômica não se limita apenas às operações de carga e descarga, mas também se reflete na criação de empregos, no estímulo ao desenvolvimento regional e na contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) dos países.

Além disso, a economia portuária é influenciada por uma série de fatores externos, incluindo políticas públicas, infraestrutura, logística e, mais recentemente, as mudanças climáticas, que têm se tornado uma preocupação crescente para a sustentabilidade e a eficiência das operações portuárias.

Segundo Talley (2009), a economia portuária analisa as decisões econômicas tomadas por usuários e provedores de serviços portuários, bem como suas consequências. Nesse contexto, a demanda por serviços portuários envolve tanto preços pagos diretamente ao porto quanto os custos de oportunidade enfrentados por transportadoras, embarcadores e passageiros.

Além disso, Talley (2009) destaca que "um porto é um 'motor' para o desenvolvimento econômico, fornecendo emprego, rendimentos para trabalhadores, lucros para empresas e impostos para sua região". Esse entendimento enfatiza a importância dos portos não apenas como pontos de transbordo, mas também como elementos cruciais para o crescimento econômico local e regional. Portanto, a economia portuária não se limita apenas à operação dos portos, mas também envolve uma compreensão mais ampla das interações econômicas que ocorrem dentro do sistema de transporte marítimo e suas implicações para a economia global.

De acordo com Izaguirre et al. (2021), os portos desempenham um papel fundamental na economia global, funcionando como pontos-chave na rede de comércio internacional. Sua localização próxima em zonas costeiras os torna vulneráveis a diferentes riscos naturais, evidenciando a sensibilidade de suas estruturas e operações frente às mudanças climáticas.

Diante dessa vulnerabilidade, a gestão eficiente das operações portuárias, incluindo a otimização de processos logísticos e a adoção de tecnologias avançadas, é essencial para garantir produtividade e reduzir custos. Além disso, a interdependência entre portos e cadeias de suprimento globais indica que qualquer interrupção pode gerar impactos econômicos significativos.

2.2.1 Estudos Empíricos sobre Economia Portuária

Nos últimos anos, diversos estudos empíricos têm investigado a economia portuária, especialmente no contexto das mudanças climáticas e seus impactos nas atividades portuárias. Esses estudos são essenciais para compreender como as variáveis climáticas afetam a operação dos portos e quais medidas podem ser adotadas para atenuar esses impactos.

No contexto das mudanças climáticas, eventos extremos como tempestades, inundações, ventos fortes e elevação do nível do mar podem comprometer a infraestrutura portuária, interromper as operações de carga e descarga e aumentar os custos operacionais. Tais desafios destacam a necessidade de estratégias de adaptação e planejamento para reduzir a vulnerabilidade dos portos, garantindo a segurança, eficiência e sustentabilidade das atividades em um cenário de maior variabilidade climática (Camus et al., 2019; Izaguirre et al., 2021; Winckler et al., 2022).

Winckler et al. (2022) ressaltam que a colaboração entre governos, autoridades portuárias, empresas e comunidades é fundamental para enfrentar esses desafios e reduzir os custos decorrentes de seus impactos. Assim, os portos podem estabelecer parcerias com outras agências governamentais para implementar estratégias de adaptação mais eficazes.

Becker et al. (2013) e Haveman e Shatz (2006), por sua vez, concentram-se na adaptação climática em portos, analisando medidas adotadas por diferentes terminais, como a implementação de sistemas de alerta precoce, para lidar com riscos climáticos.

Esses estudos ressaltam a importância de uma abordagem integrada, que promova a cooperação entre autoridades portuárias, governos e comunidades, garantindo a estabilidade, resiliência e continuidade das operações portuárias diante de eventos climáticos extremos, uma vez que os impactos das mudanças climáticas não respeitam fronteiras e demandam respostas coordenadas.

No contexto brasileiro, Santos e Lopez (2023) realizam um estudo sobre o Porto de Santos, o maior da América Latina, que avalia os impactos das mudanças climáticas nas operações portuárias. Os pesquisadores constaram que o aumento do nível do mar e a intensificação das tempestades têm causado interrupções nas atividades e danos significativos à infraestrutura. As recomendações propostas incluem a implementação de um monitoramento meteorológico por meio de sensores e modelagem climática, a criação de sistemas de proteção costeira, como diques, e a elevação da infraestrutura. Além disso, destacam a importância do estabelecimento e da manutenção de áreas verdes e permeáveis, visando mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

De maneira semelhante, Gonçalves et al. (2023) abordam a relevância do Porto do Rio Grande, enfatizando não apenas seu papel econômico, mas também a necessidade de investimentos em infraestrutura para garantir sua sustentabilidade frente a desafios ambientais. O estudo sugere que, assim como no Porto de Santos, é crucial que o Porto do Rio Grande implemente medidas de adaptação às mudanças climáticas, como a dragagem do calado de acesso marítimo e melhorias na sinalização da infraestrutura hidroviária da Lagoa dos Patos.

Essas ações são fundamentais para fortalecer a resiliência do porto e assegurar a continuidade de sua contribuição significativa para a economia local e regional, especialmente considerando que o porto é um elo vital para a logística do estado, interligando as principais regiões produtoras dos setores agropecuário e industrial.

Outrossim, o estudo de WayCarbon (2021), com as participações da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), avaliou o risco climático em 21 portos públicos brasileiros. Os resultados mostraram que muitos portos estão expostos a riscos significativos, como o aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos. O estudo propõe um conjunto de medidas de adaptação para aumentar a resiliência dos portos, destacando a importância de uma abordagem integrada e colaborativa. A pesquisa ressalta que a falta de dados e monitoramento sobre os impactos das mudanças climáticas nos portos brasileiros é um desafio que precisa ser superado para garantir a eficácia das estratégias de adaptação.

Esses estudos evidenciam a necessidade de uma abordagem proativa e integrada para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas no setor portuário, ressaltando a importância de investimentos em infraestrutura resiliente, políticas públicas eficazes e colaboração entre diferentes atores envolvidos na gestão portuária.

A literatura empírica sobre economia portuária é rica e diversificada, com várias metodologias empregadas para analisar o impacto das atividades portuárias em diferentes contextos. Simões (2020) identifica as principais metodologias utilizadas, que incluem Insumo-Produto (I-O), Equilíbrio Geral Computável (EGC), Econometria e Análise Envoltória de Dados (DEA). Cada uma dessas abordagens oferece uma perspectiva única sobre como as atividades portuárias influenciam a economia.

O modelo de Insumo-Produto (I-O) é frequentemente utilizado para analisar os impactos econômicos das atividades portuárias em termos de emprego, valor agregado e efeitos indutores de produção. Essa metodologia permite uma compreensão detalhada das interações entre diferentes

setores da economia e como as mudanças nas atividades portuárias podem afetar a economia local e nacional.

Por outro lado, os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) incorporam tanto aspectos microeconômicos quanto macroeconômicos, proporcionando uma visão abrangente da economia e permitindo a mensuração dos impactos de políticas sobre variáveis macroeconômicas, como PIB, exportação e consumo. A econometria, por sua vez, é utilizada para modelar relações econômicas e testar hipóteses, oferecendo perspectivas valiosas sobre a dinâmica do setor portuário.

A DEA é uma metodologia que se destaca quando o foco da pesquisa é mensurar a eficiência portuária. Essa abordagem permite avaliar o desempenho dos portos em relação a seus pares, identificando melhores práticas e áreas para melhorias. A combinação dessas metodologias oferece uma base sólida para a análise da economia portuária, permitindo que pesquisadores e formuladores de políticas compreendam melhor os desafios e oportunidades que o setor enfrenta.

Apesar de sua relevância para o desenvolvimento econômico, a economia portuária enfrenta desafios que afetam diretamente sua eficiência e sustentabilidade. Entre eles, destaca-se a necessidade de modernização das infraestruturas, uma vez que muitos portos ainda operam com instalações defasadas em relação às exigências do comércio global atual. Esse cenário pode gerar congestionamentos, atrasos e elevação de custos operacionais, fatores que reduzem a competitividade portuária.

Além disso, as mudanças climáticas representam um desafio significativo para a economia portuária. O aumento do nível do mar, a intensificação de eventos climáticos extremos e as alterações nos padrões de temperatura e precipitação podem afetar a operação e a infraestrutura dos portos. Simões (2020) aponta que esses impactos podem resultar em interrupções nas cadeias de suprimento, aumento dos custos operacionais e danos às instalações portuárias. Portanto, é essencial que o setor portuário adote estratégias de adaptação e resiliência para enfrentar esses desafios.

A adoção de tecnologias inovadoras é uma oportunidade significativa para o setor. A digitalização e a automação das operações portuárias podem aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a segurança. Para promover a sustentabilidade econômica no setor portuário, é necessário que os governos implementem políticas que incentivem a inovação e a sustentabilidade. Simões (2020) destaca que isso pode incluir investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas, incentivos fiscais para empresas que adotem práticas sustentáveis e a promoção de parcerias entre o setor público e privado.

Um aspecto importante da economia portuária é a relação entre os portos e suas comunidades locais. A criação de empregos e o estímulo à economia regional são benefícios significativos das operações portuárias. No entanto, essa relação pode ser complexa, uma vez que o crescimento das atividades portuárias também pode gerar impactos negativos, como a degradação ambiental e o aumento do tráfego. É essencial que as autoridades portuárias estabeleçam diálogos com as comunidades para abordar essas preocupações e buscar soluções que beneficiem ambas as partes.

Nesse sentido, a sustentabilidade ambiental é uma preocupação crescente na economia portuária. A pressão para reduzir a emissão de poluentes e minimizar o impacto ambiental das operações portuárias está levando a uma mudança de paradigma na forma como os portos operam. Isso inclui a adoção de práticas de gestão ambiental, investimentos em infraestrutura verde e o desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

A integração de considerações ambientais nas estratégias de desenvolvimento portuário pode não apenas contribuir para a sustentabilidade, mas também abrir novas oportunidades de mercado. Por exemplo, a demanda crescente por cadeias de suprimento sustentáveis pode criar oportunidades para portos que adotem práticas ecológicas. Essa transição para operações mais sustentáveis é um desafio que requer colaboração entre governos, empresas e sociedade civil.

Finalmente, é importante ressaltar que a economia portuária está em constante evolução, influenciada por tendências globais, como a digitalização, a globalização e as mudanças climáticas. A capacidade dos portos de se adaptarem a essas mudanças será crucial para garantir sua competitividade e relevância no futuro. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de políticas adequadas são essenciais para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que surgem nesse campo dinâmico.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A estratégia metodológica adotada nesta pesquisa está estruturada de modo a compreender, de forma integrada, os impactos das variações climáticas sobre o setor portuário da região de Rio Grande/RS. Inicialmente, apresenta-se a região de estudo, com a descrição de suas características geográficas, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e os aspectos econômicos dos municípios que compõem sua área de influência. Em seguida, são detalhados os fundamentos da metodologia e dados, com ênfase nas definições da Matriz Insumo-Produto, na descrição dos métodos de análise empregados e nos procedimentos utilizados para a estimação da matriz inter-regional com ano-base de 2021.

Os dados utilizados foram obtidos a partir de fontes oficiais, sendo organizados de forma a alimentar a estrutura matricial e possibilitar a análise intersetorial dos impactos econômicos diretos e indiretos decorrentes da perda de produtividade em decorrência de eventos climáticos extremos. Essa abordagem visa fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e resiliência frente às mudanças climáticas, com ênfase na sustentabilidade das operações portuárias e dos setores econômicos a elas vinculados.

3.1 REGIÃO DE ESTUDO

A Região Portuária de Rio Grande é composta por quatorze municípios das microrregiões 33 e 35 do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área territorial total de 19.728,31 km² e uma população residente de 730.630 pessoas (dados de 2022). Esse território desempenha um papel crucial na economia do estado, sendo um polo de atividades portuárias e de grande importância para os setores industrial, agrícola e pecuário.

Conforme ilustrado na figura 1, a região está dividida entre três áreas (R1, R2 e R3), refletindo diferentes características espaciais e funcionais.

Tabela 1 - Perfil socioeconômico da região portuária de Rio Grande

Municípios	Microrregião	Área Territorial - km ² [2022]	População residente - pessoas [2022]	Densidade demográfica - hab/km ² [2022]	IDHM [2010]	PIB per capita - R\$ [2021]
Arroio do padre	33	124,69	2.599	20,84	0,669	25.887,92
Canguçu	33	3.526,25	49.680	14,09	0,650	29.448,32
Capão Leão	33	783,20	26.487	33,82	0,637	32.600,83
Cerrito	33	451,70	5.808	12,86	0,649	26.865,43
Chuí	35	202,39	6.262	30,94	0,706	54.200,93
Cristal	33	682,14	7.299	10,70	0,644	38.037,96
Morro Redondo	33	244,65	6.046	24,71	0,702	20.039,80
Pedro Osório	33	603,76	7.484	12,40	0,678	35.227,12
Pelotas	33	1.608,78	325.685	202,44	0,739	31.347,60
Rio Grande	35	2.682,87	191.900	71,53	0,744	62.392,39
Santa Vitória do Palmar	35	5.206,98	30.983	5,95	0,712	59.922,92
São José do Norte	35	1.071,82	25.443	23,74	0,623	28.446,79
São Lourenço do Sul	33	2.036,13	41.989	20,62	0,687	39.103,99
Turuçu	33	253,64	3.419	13,48	0,629	48.041,68

Fonte: Elaboração própria.

3.1.1 Características Geográficas

A região é composta por municípios com áreas territoriais significativamente distintas, variando de pequenas áreas, como o município de Arroio do Padre (124,69 km²), a vastas extensões, como Santa Vitória do Palmar, com 5.206,98 km². A grande variação no tamanho territorial entre os municípios sugere uma geografia diversificada, com diferentes oportunidades para o desenvolvimento de atividades econômicas.

Municípios como Santa Vitória do Palmar, com extensas área territorial e baixa densidade demográfica (5,95 hab/km²), são predominantemente rurais, com uma economia voltada para a agropecuária. Em contraste, municípios como Rio Grande (2.682,87 km²) e Pelotas (1.608,78 km²), com áreas mais urbanizadas e densamente povoadas (71,53 e 202,44 hab/km², respectivamente), têm uma estrutura econômica que envolve o comércio, a indústria e os serviços.

A densidade demográfica da região varia consideravelmente, com municípios como Pelotas apresentando uma densidade de 202,44 habitantes/km², o que indica uma alta urbanização e uma grande concentração de serviços, comércio e infraestrutura. Por outro lado, Santa Vitória do Palmar, com uma densidade de 5,95 habitantes/km², reflete uma área predominantemente rural, com menor

aglomeração populacional e focada em atividades agropecuárias. Essa diferença de densidade impacta diretamente nas necessidades de infraestrutura e no tipo de serviços disponíveis, com a urbanização exigindo maior investimento em setores como saúde, educação e transporte.

3.1.2 Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM)

A análise dos Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) da Região Portuária de Rio Grande, com base nos dados de 2010, evidencia que todos os municípios apresentam índices inferiores à média estadual do Rio Grande do Sul para o mesmo ano, que era de 0,746, conforme o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. Municípios como Capão do Leão (0,637), Turuçu (0,629) e São José do Norte (0,623) destacam-se pelos menores índices, refletindo desafios significativos em áreas como saúde, educação e renda. Por outro lado, Pelotas (0,739) e Rio Grande (0,744) possuem índices próximos à média estadual, indicando condições socioeconômicas relativamente mais favoráveis dentro da região.

Embora exista levantamento mais recente do IDHM para o estado, como o de 2017, que registra um aumento para 0,787, este estudo utilizou os dados de 2010 para assegurar a coerência na comparação com os municípios, cujos dados também são desse ano. Essa abordagem destaca a necessidade de políticas públicas específicas para reduzir as disparidades históricas observadas na região.

As variações no IDHM entre os municípios refletem disparidades socioeconômicas significativas. Rio Grande, com um IDHM de 0,744, apresenta um alto nível de desenvolvimento humano, atribuído à presença do Porto do Rio Grande e à infraestrutura consolidada de serviços públicos e privados. De forma semelhante, Pelotas, com um IDHM de 0,739, destaca-se por sua economia diversificada, que inclui setores como educação, comércio e serviços. Em contraste, municípios como São José do Norte (0,623) e Turuçu (0,629) possuem os menores índices da região, consequência de sua maior dependência de atividades rurais e da carência de investimentos em serviços públicos essenciais.

Essas diferenças nos níveis de desenvolvimento humano apontam para capacidades desiguais de adaptação e resiliência às mudanças climáticas. Municípios com maior IDHM tendem a dispor de melhor infraestrutura e recursos para enfrentar os desafios climáticos, enquanto os menos desenvolvidos enfrentam maior vulnerabilidade, reforçando a necessidade de intervenções específicas para promover o equilíbrio regional.

3.1.3 Aspectos econômicos

A região, composta por municípios estratégicos no extremo sul do Rio Grande do Sul, apresentou em 2021 uma participação significativa no Produto Interno Bruto (PIB) do estado, atingindo cerca de 5,15% do total (R\$ 29,94 bilhões), com base em um PIB estadual de R\$ 581,28 bilhões. Essa participação reflete a importância econômica da região, marcada por atividades portuárias, industriais, agrícolas e de serviços.

Rio Grande se destaca como a maior economia, responsável por quase metade do PIB regional. O município abriga o Porto do Rio Grande, um dos maiores do Brasil, que exerce papel estratégico no comércio exterior e dinamiza setores como a indústria naval, a logística, a petroquímica e os serviços. Seu PIB per capita alcançou R\$ 62.392,39 em 2021, refletindo a força de sua economia diversificada. Essa diversificação e a infraestrutura consolidada ampliam a capacidade de adaptação frente a choques econômicos e ambientais, permitindo investimentos em tecnologias e estratégias resilientes.

Pelotas aparece como a segunda maior economia, com uma estrutura produtiva diversificada que inclui comércio, serviços, instituições de ensino superior e indústrias alimentícias. Seu PIB per capita foi de R\$ 31.347,60, abaixo da média estadual (R\$ 50.840,40), mas ainda expressivo para os padrões regionais. Embora tenha menor dependência de setores industriais pesados e das atividades portuárias, o que reduz sua exposição direta às mudanças climáticas, essa configuração também pode limitar sua capacidade de adaptação a choques severos. Juntas, as economias de Rio Grande e Pelotas representaram mais de 74% do PIB da região, consolidando-as como os principais polos econômicos locais.

Entre os demais municípios, Santa Vitória do Palmar registrou um PIB per capita de R\$ 59.922,92, sustentado principalmente pela agropecuária e pela energia eólica. Apesar do valor elevado, sua dependência da agricultura aumenta a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como secas e chuvas intensas, restringindo as alternativas de adaptação. Chuí, com PIB per capita de R\$ 54.200,93, se beneficia da posição estratégica na fronteira com o Uruguai, que dinamiza comércio e turismo. Além disso, mantém um setor agropecuário relevante, mas a dependência de fatores externos, tanto climáticos quanto políticos, amplia sua vulnerabilidade, ainda que sua relativa diversificação garanta algum grau de resiliência.

São Lourenço do Sul apresentou PIB per capita de R\$ 39.103,99, com uma economia apoiada em atividades agrícolas e turísticas, reforçando a importância do agronegócio diversificado para a

região. Já São José do Norte, com PIB per capita de R\$ 28.446,79, tem sua base econômica centrada na agropecuária e na pesca, mas enfrenta limitações logísticas em razão da separação física de Rio Grande por um canal hidroviário, o que afeta sua competitividade e capacidade de adaptação. Turucu, por sua vez, alcançou PIB per capita de R\$ 48.041,68 e, mesmo com pequena população, mostra relativa força no setor agropecuário.

Por fim, municípios como Morro Redondo (R\$ 20.039,80) e Cristal (R\$ 38.037,96) mantêm perfil predominantemente rural, com forte dependência da agropecuária. Essa concentração produtiva e a baixa diversificação econômica os tornam mais suscetíveis às variações climáticas, elevando os desafios de adaptação e reduzindo as possibilidades de resiliência.

O PIB per capita da região portuária de Rio Grande apresenta, portanto, ampla variação entre os municípios, refletindo suas distintas realidades econômicas e níveis de diversificação. Enquanto alguns, como Rio Grande e Chuí, mostram maior resiliência em virtude da diversificação e da infraestrutura, outros, como Santa Vitória do Palmar, Morro Redondo e Cristal, permanecem mais vulneráveis por dependerem de atividades diretamente impactadas pelas mudanças climáticas.

Em resumo, as características econômicas da região determinam não apenas sua contribuição ao desenvolvimento estadual, mas também sua capacidade de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A diversificação produtiva, a infraestrutura logística e o acesso a setores estratégicos (como portos e energia) são fatores decisivos para fortalecer a resiliência regional. Por outro lado, municípios cuja economia se concentra na agropecuária tendem a enfrentar maiores dificuldades de adaptação, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento regional equilibrado e sustentável.

3.2 METODOLOGIA E DADOS

3.2.1 Definições sobre Matriz Insumo-Produto

A metodologia utilizada na execução deste trabalho é um modelo Matriz Insumo-Produto Inter-Regional. Tal metodologia possui diversas aplicações para questões para o segmento portuário, tais como, no contexto internacional Braun (1990), Castro e Millán (1998), Moloney e Sjostrom (2000), BTRE (2001a, 2001b), Coppens et al. (2007), Acciaro (2008), Castro e Millán (1998), Acosta, Coronado e Cerbán (2011), Danielis e Gregori (2013), Chang, Shin e Lee (2014). No Brasil, Gonçalves et al. (2023) e Simões, Gonçalves e Menezes (2024).

Conforme Miller e Blair (2022) abordagem Matriz Insumo-Produto consiste em um arcabouço analítico que mapeia as relações intersetoriais dos agentes que compõem o sistema econômico, sendo considerada uma ferramenta de planejamento econômico, disponível ao formulador de política pública. A partir desse instrumental, pode-se avaliar o impacto de políticas setoriais e seus efeitos sobre uma economia nacional e/ou regional (Miller e Blair, 2022).

O modelo básico (produção) de Leontief é geralmente construído a partir de dados para uma região geográfica específica (nação, estado, mesorregião e etc.). As informações presentes na matriz são os fluxos de cada setor econômico. Conforme Miller e Blair (2022) as linhas descrevem a distribuição da produção de um produtor em toda a economia (vendas) e as colunas a composição dos insumos exigidos por um determinado setor produzir um produto (compras).

Seguindo a formalização de Miller e Blair (2022), a matriz **A** representa a matriz dos coeficientes técnicos diretos, ou seja, fornece o impacto direto causado pelo aumento na demanda final. Por outro lado, a matriz **B** é a matriz dos coeficientes técnicos diretos e indiretos, mais conhecida como matriz inversa de Leontief do modelo aberto, examina os efeitos diretos e indiretos, portanto, o modelo avalia o impacto total que uma variação na demanda final causará na produção da economia, dado o aumento de uma unidade.

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

Dessa maneira, através dos multiplicadores calculados na matriz inversa de Leontief (**B**), há a viabilidade de realizar análises no emprego, renda, produto, impostos e outras variáveis. Inclusive, encontram-se os índices de ligação para frente e para trás, que são capazes de identificar os setores chaves da economia de uma região. Seguindo a evolução dos estudos de Matriz Insumo-Produto, existe a possibilidade de analisar modelos regionais e inter-regionais (Guilhoto, 2011).

Nesse sentido, Guilhoto (2011), representa a matriz regional com a estrutura padrão, com a diferença básica da discriminação da exportação para as outras regiões do país e a exportação para outros países. Portanto, complementando a matriz regional, na inter-regional, há uma troca de relações entre as regiões, exportações e importações, que são expressas através do fluxo de bens que se destinam tanto ao consumo intermediário como a demanda final.

O modelo inter-regional de Insumo-Produto, denominado de modelo Isard, por causa da aplicação de Isard (1951), requer uma grande massa de dados, reais ou estimados, principalmente

quanto às informações sobre fluxos intersetoriais e inter-regionais. A figura 2 apresenta as relações dentro de um sistema de Insumo-Produto inter-regional com duas regiões:

Figura 2 - Relações de Insumo-Produto num sistema inter-regional

	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Set. Reg. L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Prod. Total L
Set. Reg. M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Prod. Total M
	Importações Resto Mundo (M)	Importações Resto Mundo (M)	M	M	M
	Impostos. Ind. Liq. (IIL)	Impostos Ind. Liq. (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Prod. Total Região L	Prod. Total Região M			

Fonte: Adaptado de Guilhoto (2011).

De forma sintética, pode-se apresentar o modelo, a partir do exemplo hipotético dos fluxos intersetoriais e inter-regionais de bens para as regiões L (Região Portuária) e M (Resto do Brasil), com 2 setores, assim, pode-se montar a matriz:

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Onde: Z^{LL} e Z^{MM} - matrizes dos fluxos monetários intrarregionais; Z^{LM} e Z^{ML} - matrizes dos fluxos monetários inter-regionais.

Com o uso da equação de Leontief (1986):

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{in} + Y_i \quad (3)$$

Onde: X_i é o total da produção do setor i ; z_{in} é o fluxo monetário do setor i para o setor n ; e Y_i é a demanda final por produtos do setor i .

Aplica-se as matrizes dos fluxos monetários na equação acima:

$$X^L = z^{LL} + z^{LL} + z^{LM} + z^{LM} + Y^L \quad (4)$$

Onde: X^L representa o total do bem 1 produzido na região L.

Considerando os coeficientes de insumo regional para L e M, tem-se os coeficientes intrarregionais:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j^L} \Rightarrow z_{ij} = a_{ij} \times X_j^L \quad (5)$$

Onde, pode-se definir os a_{ij} como coeficientes técnicos de produção, e que representam quanto, o setor j da região L, compra do setor i da região L. Isso segue analogamente para os coeficientes técnicos de produção a_{ij}^{LM} , a_{ij}^{ML} , a_{ij}^{MM} . Logo, estes coeficientes podem ser substituídos na equação 4, obtendo:

$$X_1^L = a_{11}^{LL} \times X_1^L + a_{12}^{LL} \times X_2^L + a_{11}^{LM} \times X_1^M + a_{12}^{LM} \times X_2^M + Y_1^L \quad (6)$$

As produções para os demais setores são obtidas de forma similar. Isolando, Y_1^L e colocando em evidência, X_1^L tem-se:

$$(1 - a_{11}^{LL})X_1^L - a_{12}^{LL} \times X_2^L - a_{11}^{LM} \times X_1^M - a_{12}^{LM} \times X_2^M = Y_1^L \quad (7)$$

Saliente-se que esta mesma formulação valeria para as demais demandas finais. Portanto, de acordo com $A^{LL} = Z^{LL}(\widehat{X^L})^{-1}$, constrói-se a matriz A^{LL} para os 2 setores. $A^{LL}, A^{LM}, A^{ML}, A^{MM}$ representam as matrizes dos coeficientes técnicos intrarregionais de produção.

O sistema inter-regional completo de insumo-produto é representado por:

$$(I - A)X = Y \quad (8)$$

Efetua-se as operações de substituições, assim obtém-se os modelos básicos à análise inter-regional de Isard (1951), corresponde a:

$$\begin{aligned} (I - A^{LL})X^L - A^{LM}X^M &= Y^L \\ -A^{ML}X^L + (I - A^{MM})X^M &= Y^M \end{aligned} \quad (9)$$

Onde Y^L e Y^M correspondem a demanda final por produto de cada setor e X^M e X^L indica o total da produção dos setores nas regiões L e M, já a I descreve a matriz identidade. Resultando no

sistema de Leontief inter-regional da forma, o modelo abaixo é a descrição teórica do modelo inter-regional.

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (10)$$

3.2.2 Métodos de análise

A partir do modelo básico da equação 10, pode-se mensurar o impacto que alterações na demanda final (Y), ou nos componentes (consumo das famílias, gastos do governo, investimentos e exportações), teriam sobre a produção total, emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado e outras variáveis (Guilhoto, 2011).

$$\begin{aligned} \Delta X &= (I - A)^{-1}\Delta Y \\ \Delta V &= \hat{v}\Delta X \end{aligned} \quad (11)$$

Sendo ΔX e ΔV vetores que representam, respectivamente, a estratégia setorial e os impactos sobre o volume da produção, enquanto que ΔV é um vetor que retrata o impacto sobre qualquer das outras variáveis citadas acima. Tem-se \hat{v} é uma matriz diagonal em que os elementos são, os coeficientes de emprego, importações, impostos, salários e valor adicionado que são obtidos dividindo-se para cada setor, o valor utilizado destas variáveis pela produção total do setor correspondente, isto é:

$$v_i = \frac{V_i}{X_i} \quad (12)$$

A soma de todos os elementos dos vetores ΔX e ΔV é utilizada para verificar o impacto sobre o volume total da produção, e de cada uma das variáveis que estão sendo analisadas. Cabe lembrar que segundo Miller e Blair (2022) o modelo básico (produção) de Leontief é geralmente construído a partir de dados para uma região geográfica específica (nação, estado, mesorregião e etc.), buscando verificar impactos econômicos de modificações exógenas na economia (Miller e Blair, 2022). Com base nos coeficientes diretos e da matriz inversa de Leontief, é possível estimar, para cada setor da

economia, o quanto é gerado direta e indiretamente de empregos, importações, impostos, salários e valor adicionado para cada unidade monetária produzida para a demanda final, isto é:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij}v_i \quad (13)$$

Onde:

GV_j é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

b_{ij} é o ij-ésimo elemento da matriz inversa de Leontief;

v_i é o coeficiente direto da variável em questão.

A divisão dos geradores pelo respectivo coeficiente direto gera os multiplicadores, que indicam quanto é criado, direta e indiretamente da variável para cada unidade diretamente originada. O multiplicador do i-ésimo setor seria dado por:

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \quad (14)$$

MV_i representaria o multiplicador da variável em questão e as outras variáveis são definidas conforme feito anteriormente. Por sua vez, o multiplicador de produção que indica o quanto se produz para cada unidade monetária gasta no consumo final é definido como:

$$MP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (15)$$

Onde MP_j é o multiplicador de produção do j-ésimo setor. Ele corresponde à produção adicional gerada em toda a economia, decorrente de uma alteração na demanda final de um determinado setor. Em outras palavras, para cada 1 Real em produção gerado diretamente na própria atividade, para atender uma alteração na demanda final, o multiplicador de produção mostra quantos Reais em produção são gerados na economia como um todo.

Ademais, partir da equação 15, é possível construir um simulador para mensurar os impactos de investimentos e de perdas de produtividade das atividades portuárias na Região Portuária de Rio Grande e demais regiões do modelo. Para isso, basta considerar que a perda de produtividade afeta

os coeficientes técnicos da matriz original. Tal simulador pode ser descrito matematicamente da seguinte forma:

$$SP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \times choque_i \quad (16)$$

Onde, 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 a uma redução de participação das atividades portuárias. Para aplicação prática, foram construídos dois cenários de simulação: um choque positivo de R\$ 100 milhões na demanda final do setor portuário, representando um estímulo direto à sua operação; e uma perda hipotética de 10% na produtividade do setor, como forma de simular os efeitos adversos de eventos climáticos sobre a infraestrutura e a logística portuária. Calculando a equação (16) para o cenário base e para o cenário de perda de produtividade, a diferença é a produção por setor em virtudes das mudanças climáticas. Por fim, encontra-se o impacto no valor adicionado e no emprego multiplicando a diferença da produção pelos respectivos coeficientes da equação (12).

3.2.3 Base de dados e procedimentos para estimação da Matriz Insumo-Produto

A principal base de dados utilizada na estimação da Matriz Inter-Regional Insumo-Produto da Região Portuária de Rio Grande é a Matriz Insumo-Produto Nacional de 2021 estimada pelo Grupo de Indústria e Competitividade (GIC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)¹, a qual foi regionalizada pelo método RAS, com dados das contas regionais do IBGE, da relação anual de informações sociais (RAIS) vínculos do Ministério do Emprego e do Departamento de Economia e Estatística.

A definição de 2021 como ano base da matriz justifica-se pela disponibilidade de dados econômicos (contas nacionais e regionais) disponíveis e revisados pelo IBGE até o presente momento. Além disso, diversos estudos econômicos com Matriz Insumo-Produto indicam que a estrutura setorial da economia de um país e/ou região não se modifica de maneira considerável em curtos intervalos de tempo.

¹ Disponível no link: <https://www.ie.ufrj.br/gic-gicdata.html>

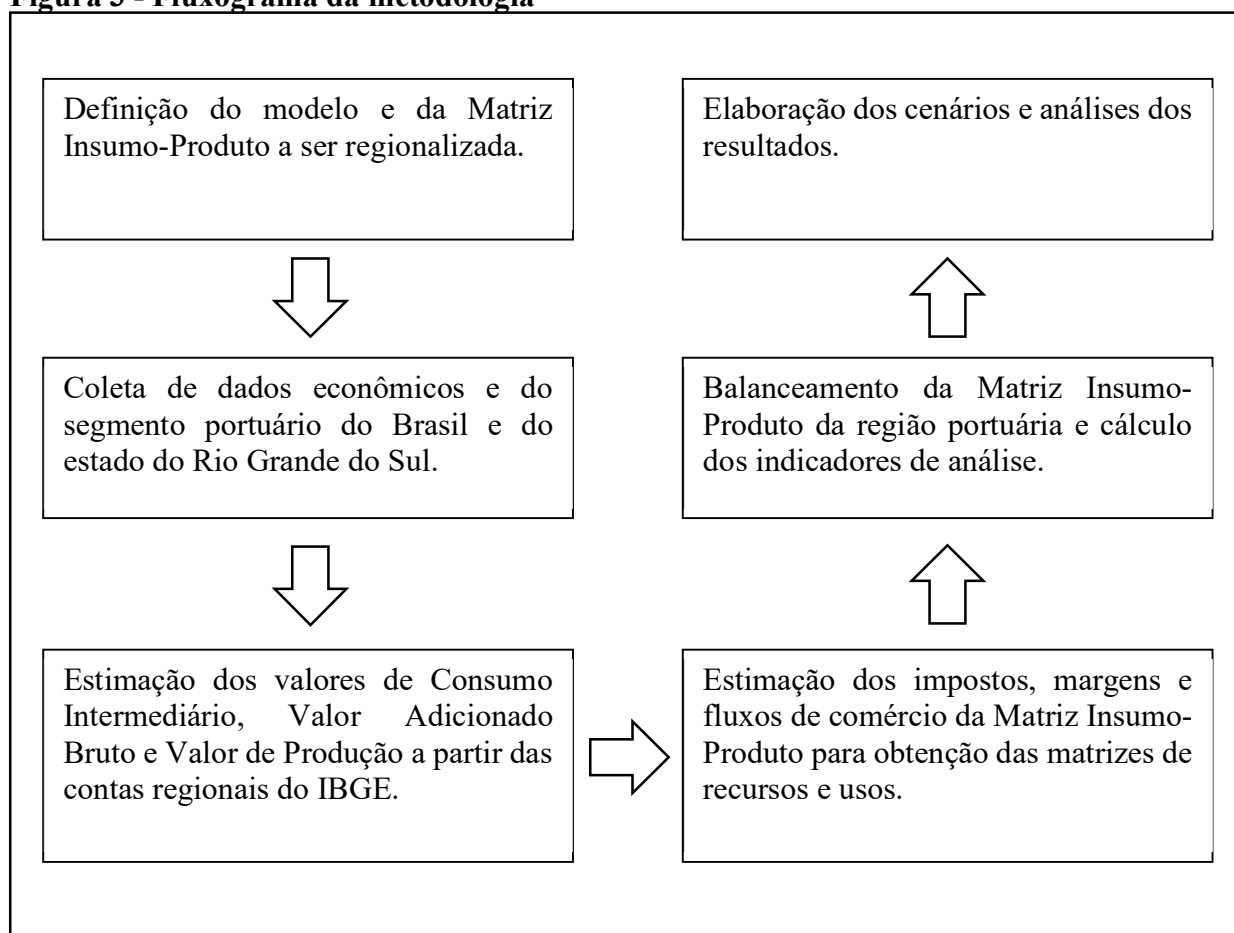
Inicialmente, a matriz será dividida em 3 regiões, sendo elas: R1 (Região Portuária de Rio Grande), R2 (Restante do Rio Grande do Sul) e R3 (Restante do Brasil). No tocante da estrutura setorial da Matriz Insumo-Produto do Estado, a tabela 2 demonstra os 22 setores presentes na Matriz, a proposta de desagregação setorial das atividades portuárias foi realizada com base em Gonçalves et al (2023).

Tabela 2 - Setores da Matriz Insumo-Produto da Região Portuária de Rio Grande - 2021

Id	Descrição
1	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
2	Indústrias extrativas
3	Produtos alimentares
4	Máquinas e equipamentos
5	Outras indústrias de manufatura
6	Eletricidade e gás
7	Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
8	Construção
9	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas
10	Transporte, armazenagem e correio
11	Alojamento e alimentação
12	Informação e comunicação
13	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados
14	Atividades imobiliárias
15	Atividades científicas, profissionais e técnicas
16	Atividades administrativas e serviços complementares
17	Administração pública, defesa e seguridade social
18	Educação
19	Saúde humana e serviços sociais
20	Artes, cultura, esporte e recreação
21	Outras atividades de serviços
22	Atividades Portuárias

Fonte: Elaboração própria.

A figura 3 descreve as etapas realizadas para a estimação da Matriz Insumo-Produto da Região Portuária de Rio Grande. Inicialmente, foram coletados os dados de contas regionais do IBGE para o ano de 2021 do Estado do Rio Grande do Sul e de outras fontes. Os valores de consumo intermediário, valor adicionado bruto e valor bruto da produção foram desagregados para os 22 setores econômicos, incluindo o setor atividades portuárias. Posteriormente, foram estimados vetores de impostos, margens, importações das regiões do modelo, sendo possível chegar na Matriz de Insumo-Produto.

Figura 3 - Fluxograma da metodologia

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro 1 apresenta um exercício de compatibilização entre três diferentes sistemas de classificação econômica e ocupacional: a Matriz de Insumo-Produto (MIP), a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Essa integração tem como objetivo permitir a análise articulada entre setores produtivos, atividades econômicas e os perfis ocupacionais que os compõem, especialmente no contexto da economia do mar, com destaque para o setor portuário e naval.

Quadro 1 - Compatibilização setores da MIP, CNAE e CBO para o ano de 2021

ID	Setores MIP	CNAE	CBO
4	Máquinas e equipamentos	Construção de embarcações e estruturas flutuantes	Engenheiro naval
			Desenhista técnico naval
			Mestre (construção naval)
			Instalador de tubulações (embarcações)
			Montador de estruturas metálicas de embarcações
			Chapeador naval
			Mecânico montador de motores de embarcações
			Carpinteiro naval (construção de pequenas embarcações)
			Carpinteiro naval (embarcações)
			Carpinteiro naval (estaleiros)
5	Outras indústrias de manufatura	Manutenção e reparação de embarcações	Técnico mecânico (embarcações)
			Eletricista de bordo
			Ajustador naval (reparo e construção)
			Mecânico de manutenção de motores e equipamentos navais
			Eletricista de instalações (embarcações)
8	Construção	Obras portuárias, marítimas e fluviais	Engenheiro civil (portos e vias navegáveis)
10	Transporte, armazenagem e correio	Transporte rodoviário de carga	Caminhoneiro autônomo (rotas regionais e internacionais)
			Motorista de caminhão (rotas regionais e internacionais)
		Atividades auxiliares dos transportes aquaviários não especificadas anteriormente	Agente de manobra e docagem
			Capitão de manobra da marinha mercante
			Comandante da marinha mercante
			Coordenador de operações de combate à poluição no meio aquaviário
			Imediato da marinha mercante
			Inspetor de terminal
			Inspetor naval
			Oficial de quarto de navegação da marinha mercante
			Prático de portos da marinha mercante
			Vistoriador naval
			Oficial superior de máquinas da marinha mercante
			Primeiro oficial de máquinas da marinha mercante
			Segundo oficial de máquinas da marinha mercante
			Superintendente técnico no transporte aquaviário
Auxiliar de saúde (navegação marítima)			
Contramestre de cabotagem			

Quadro 1 - Compatibilização setores da MIP, CNAE e CBO para o ano de 2021 - continuação

ID	Setores MIP	CNAE	CBO
10	Transporte, armazenagem e correio -	Atividades auxiliares dos transportes aquaviários não especificadas anteriormente	Mestre de cabotagem
			Mestre fluvial
			Piloto fluvial
			Condutor maquinista fluvial
			Condutor maquinista marítimo
			Supervisor de operações portuárias
			Marinheiro de convés (marítimo e fluviário)
			Marinheiro de máquinas
			Moco de convés (marítimo e fluviário)
			Moco de máquinas (marítimo e fluviário)
			Marinheiro de esporte e recreio (desativado em 01/2009)
			Marinheiro auxiliar de convés (marítimo e aquaviário)
			Marinheiro auxiliar de máquinas (marítimo e aquaviário)
			Bloqueiro (trabalhador portuário)
		Maquinista de embarcações	
		Armazenamento; Carga e descarga; Atividades relacionadas à organização do transporte de carga	Gerente de logística (armazenagem e distribuição)
			Estivador
Supervisor de carga e descarga			
Conferente de carga e descarga			
Operador de transporte multimodal			
21	Outras atividades de serviços	Atividades de vigilância e segurança privada	Guarda portuário

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro elemento do quadro 1 faz referência aos setores da MIP, instrumento essencial para análises intersetoriais, permitindo identificar como os diversos segmentos da economia se articulam em termos de produção, consumo intermediário e valor adicionado. As categorias "Máquinas e Equipamentos", "Construção", "Transporte, Armazenagem e Correio" e "Outras Atividades de Serviços" refletem setores amplos da estrutura produtiva nacional.

A segunda coluna detalha os códigos e descrições da CNAE, que especificam as atividades econômicas de maneira mais refinada. Por exemplo, dentro do setor "Construção", destaca-se a atividade "Obras portuárias, marítimas e fluviais", essencial para o desenvolvimento da infraestrutura náutica. No setor de "Máquinas e Equipamentos", aparecem atividades como "Construção de

embarcações e estruturas flutuantes" e "Manutenção e reparação de embarcações", evidenciando a cadeia produtiva da indústria naval.

A terceira coluna, por sua vez, apresenta os códigos e descrições da CBO, revelando os tipos de ocupações diretamente vinculadas às atividades econômicas descritas. A partir disso, observa-se uma diversidade de profissionais envolvidos no setor portuário e naval, desde engenheiros e técnicos especializados (como o Engenheiro Naval e o Técnico Mecânico de Embarcações), até trabalhadores operacionais, como Carpinteiros Navais, Eletricistas de Bordo, Marinheiros de Convés e Estivadores. Essa amplitude ocupacional reforça a complexidade e a intensiva demanda por mão de obra qualificada nas atividades associadas à economia azul.

A compatibilização entre os três sistemas permite não apenas identificar as ocupações associadas aos setores produtivos relevantes, mas também viabiliza estudos sobre produtividade, estrutura salarial, impactos das mudanças tecnológicas e climáticas sobre o emprego, e sobre a oferta e demanda por formação profissional. No contexto desta dissertação, que se debruça sobre os impactos das mudanças climáticas sobre o setor portuário, essa articulação é fundamental para compreender quais segmentos produtivos e quais perfis ocupacionais estão mais expostos a riscos ou oportunidades, seja pela reconfiguração das rotas logísticas, pelo aumento de eventos climáticos extremos ou pela necessidade de adaptação das infraestruturas e dos processos operacionais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentam-se os resultados das simulações econômicas realizadas com base na matriz insumo-produto (MIP) para a região de Rio Grande (R1), tendo como foco os impactos econômicos associados às atividades portuárias. As análises consideram dois experimentos: (i) um choque positivo de R\$ 100 milhões na demanda final do setor portuário, representando um estímulo direto à sua operação; e (ii) uma perda hipotética de 10% na produtividade do setor, como forma de simular os efeitos adversos de eventos climáticos sobre a infraestrutura e a logística portuária. A escolha dessas simulações visa capturar a dupla face da influência portuária sobre a economia regional e sua capacidade de indução positiva sobre os demais setores produtivos.

4.1 PARTICIPAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES PORTUÁRIAS

A tabela 3 apresenta a participação econômica das atividades portuárias nas três regiões (R1, R2 e R3), considerando três variáveis: Valor Adicionado Bruto (VAB), que representa a riqueza efetivamente gerada pelas atividades produtivas, descontando os insumos utilizados no processo; Valor Bruto da Produção (VBP), que corresponde ao valor total das vendas e da produção realizada, sem descontar os custos de produção; e o número de empregos, indicador do total de postos de trabalho vinculados direta ou indiretamente às atividades portuárias.

Os dados evidenciam a predominância da Região R3, que concentra a maior parte das atividades econômicas do setor, com VAB de R\$ 140.244 mil, VBP de R\$ 372.416 mil e 1.178.392 empregos. Em comparação, as regiões R2 e R1 apresentam participações significativamente menores, com destaque para a R2 (VAB de R\$ 8.189 mil, VBP de R\$ 22.985 mil e 82.012 empregos), enquanto a R1 apresenta os menores valores absolutos (VAB de R\$ 623 mil, VBP de R\$ 1.594 mil e 5.494 empregos). Esses dados reforçam a centralidade da R3 na dinâmica econômica no país.

Tabela 3 - Participação econômica das atividades portuárias

Variável	R1	R2	R3
VAB	623	8.189	140.244
VBP	1.594	22.985	372.416
EMPREGO	5.494	82.012	1.178.392

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

A tabela 4 reúne dados sobre os vínculos empregatícios ativos em ocupações diretamente associadas à atividade portuária. Destaque-se que o foco da análise recai sobre a região R1 (área portuária de Rio Grande), sendo as demais regiões (R2 e R3) utilizadas como parâmetro comparativo.

É possível observar que a profissão com maior número de vínculos empregatícios em R1 é a de motorista de caminhão, com 3.656 vínculos registrados, evidenciando o papel estratégico da logística rodoviária na dinâmica de movimentação de cargas no Porto do Rio Grande. Em seguida, destacam-se os estivadores (948) e os conferentes de carga e descarga (471), funções predominantemente operacionais e diretamente ligadas à atividade fim do porto, ou seja, a movimentação, controle e verificação das mercadorias.

A presença significativa de vínculos em funções como marinheiro de convés (117) e supervisor de carga e descarga (114) também indica a demanda por atividades de apoio e supervisão técnica no manuseio de cargas. A função de gerente de logística (76), ainda que com menor expressividade numérica em R1 do que em R2 e R3, denota a necessidade de coordenação estratégica das cadeias de suprimento.

Funções como supervisor de operações portuárias (72) e operador de transporte multimodal (47) revelam o crescimento de atividades voltadas à intermodalidade, especialmente importantes em portos modernos. Outras ocupações com vínculos mais modestos em R1, mas de fundamental importância para a operação portuária como maquinista de embarcações, comandante da marinha mercante e contramestre de cabotagem compõem o ecossistema técnico necessário para a operação segura e eficaz do porto.

Em comparação com R2 e R3, observa-se que, embora R1 tenha volume significativamente inferior ao restante no restante do Rio Grande do Sul e do Brasil, há forte concentração de vínculos em ocupações que constituem o núcleo da atividade portuária, como estivadores, conferentes de carga e descarga e marinheiros de convés. Por outro lado, funções como condutor maquinista marítimo, oficial superior de máquinas da marinha mercante, mestre de cabotagem e comandante da marinha mercante, apesar de serem funções estratégicas e de alta qualificação, ainda apresentam baixa presença em R1. Isso pode indicar a necessidade de políticas de formação e retenção de mão de obra especializada para a região.

Tabela 4 - Vínculos empregatícios nas principais ocupações portuária em R1, R2 e R3

ITEM	CBO	VÍNCULOS		
		R1	R2	R3
1	Motorista de caminhão (rotas regionais e internacionais)	3.656	67.001	901.418
2	Estivador	948	948	23.229
3	Conferente de carga e descarga	471	7.381	130.467
4	Marinheiro de convés (marítimo e fluviário)	117	303	10.721
5	Supervisor de carga e descarga	114	1.573	19.155
6	Gerente de logística (armazenagem e distribuição)	76	1.562	27.443
7	Supervisor de operações portuárias	72	32	3.715
8	Operador de transporte multimodal	47	967	12.239
9	Condutor maquinista marítimo	46	47	1.680
10	Montador de estruturas metálicas de embarcações	40	97	2.151
11	Marinheiro de máquinas	38	76	3.325
12	Caminhoneiro autônomo (rotas regionais e internacionais)	30	978	7.809
13	Mestre fluvial	22	80	632
14	Moco de convés (marítimo e fluviário)	21	59	3.124
15	Mestre de cabotagem	17	4	758
16	Guarda portuário	17	23	1.670
17	Maquinista de embarcações	14	5	410
18	Comandante da marinha mercante	12	0	1.628
19	Contramestre de cabotagem	10	20	667
20	Oficial superior de máquinas da marinha mercante	8	7	1.226
21	Marinheiro auxiliar de convés (marítimo e aquaviário)	8	4	1.068
22	Ajudante de despachante aduaneiro	8	85	2.283
23	Carpinteiro naval (estaleiros)	7	7	204
24	Mecânico montador de motores de embarcações	6	8	412
25	Mecânico de manutenção de motores e equipamentos navais	6	18	902
26	Demais profissões	49	361	20.466

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 5 apresenta a remuneração média mensal, em reais, das 25 ocupações mais bem remuneradas relacionadas às atividades portuárias, com destaque para a região de Rio Grande (R1), área central desta pesquisa. Para efeito comparativo, incluem-se também os dados referentes ao restante do estado do Rio Grande do Sul (R2) e ao restante do país (R3), a fim de contextualizar as especificidades e disparidades salariais observadas na área portuária de Rio Grande.

Em R1, há concentração de ocupações com altos níveis de remuneração ligadas diretamente à operação, gestão e manutenção da infraestrutura portuária. Profissões como Comandante da Marinha Mercante, Oficial Superior de Máquinas da Marinha Mercantes e Superintendente Técnico no Transporte Aquaviário figuram entre as mais bem remuneradas, com salários que ultrapassam os

R\$ 7 mil mensais. Tais ocupações destacam-se pela complexidade técnica e pela alta responsabilidade, seja na condução de embarcações, gestão de equipes embarcadas, ou supervisão de sistemas críticos das operações marítimas.

A elevada remuneração desses cargos em R1 revela a centralidade estratégica de profissionais altamente especializados para o funcionamento eficiente do Porto do Rio Grande. Nesse contexto, cargos técnicos e de comando, como os citados, representam a espinha dorsal das atividades de navegação, movimentação e manutenção portuária. Sua importância também está relacionada ao crescente nível de exigência regulatória e tecnológica enfrentado pelo setor portuário, tanto em termos de segurança quanto de eficiência logística.

Comparativamente, nota-se que algumas dessas ocupações possuem remunerações ainda maiores em R2 e R3, o que pode refletir realidades estruturais distintas. A título de exemplo, a média salarial do Oficial Superior de Máquinas da Marinha Mercante é de R\$ 11.574,73 em R1, enquanto atinge R\$ 26.483,84 em R3. Da mesma forma, o Comandante da Marinha Mercante recebe R\$ 14.394,65 em R1, frente a R\$ 23.582,15 em R3. Essa disparidade sugere que, embora essas ocupações sejam valorizadas na área portuária de Rio Grande, há uma subvalorização relativa quando comparadas a outros portos de maior escala ou com maior complexidade operacional no Brasil.

É importante destacar que essa diferença pode decorrer de diversos fatores, como o tipo de cargas movimentadas, a proporção de operações de longo curso, o porte das empresas instaladas na região, e as negociações coletivas de trabalho.

No plano das funções operacionais, destacam-se profissões como Estivador, Conferente de Carga e Descarga e Operador de Transporte Multimodal, que, estes embora recebam remunerações mais modestas (entre R\$ 2.954,11 e R\$ 7.967,74), exercem um papel fundamental na execução física das operações portuárias. A presença desses profissionais em R1 reflete a estrutura ainda bastante dependente do trabalho humano em determinadas etapas da cadeia portuária, especialmente na movimentação de cargas gerais.

Diante dos dados apresentados, é possível concluir que a estrutura remuneratória do setor portuário de Rio Grande está fortemente concentrada em cargos técnicos e de alto escalão, o que é coerente com a complexidade das operações que envolvem navegação, engenharia e manutenção. No entanto, chama atenção a defasagem salarial observada quando comparada a outras regiões do país, especialmente no que diz respeito a cargos de comando. Essa realidade pode indicar a necessidade de reforçar a capacitação contínua dos profissionais locais, ampliar os investimentos em infraestrutura e

inovação, e fortalecer os instrumentos de negociação coletiva e políticas de valorização do trabalho portuário.

Como recomendação, sugere-se que a Região Portuária de Rio Grande avance na adoção de estratégias de qualificação profissional voltadas tanto para funções técnicas quanto operacionais, de forma a elevar o patamar de eficiência e atratividade da região para os trabalhadores do setor.

Tabela 5 - Análise dos Setores Econômicos Vinculados à Região Portuária de Rio Grande - 2021

ITEM	CBO	SALÁRIOS MÉDIOS		
		R1	R2	R3
1	Oficial de quarto de navegação da marinha mercante	17.219,97	20.115,59	19.851,02
2	Segundo oficial de máquinas da marinha mercante	15.526,01	0,00	16.821,89
3	Comandante da marinha mercante	14.394,65	0,00	23.582,15
4	Oficial superior de máquinas da marinha mercante	11.574,73	16.571,27	26.483,84
5	Estivador	7.967,74	2.054,83	3.668,07
6	Superintendente técnico no transporte aquaviário	7.705,55	0,00	11.353,27
7	Mestre fluvial	7.337,34	5.117,81	3.905,46
8	Mestre de cabotagem	7.059,95	5.439,37	9.122,74
9	Supervisor de operações portuárias	6.140,84	5.132,51	6.121,74
10	Condutor maquinista marítimo	5.619,62	3.414,82	5.843,37
11	Marinheiro de convés (marítimo e fluviário)	5.500,11	3.519,31	4.512,90
12	Marinheiro auxiliar de máquinas (marítimo e aquaviário)	5.272,22	4.317,18	2.367,54
13	Gerente de logística (armazenagem e distribuição)	5.247,14	6.008,74	6.895,66
14	Inspetor naval	4.353,58	11.427,35	8.710,87
15	Marinheiro de máquinas	4.331,61	4.179,95	4.987,64
16	Moco de convés (marítimo e fluviário)	3.969,05	4.102,09	3.887,53
17	Eletricista de instalações (embarcações)	3.919,13	2.078,43	6.177,54
18	Marinheiro auxiliar de convés (marítimo e aquaviário)	3.857,87	2.263,47	2.305,58
19	Supervisor de carga e descarga	3.831,98	3.282,67	3.342,86
20	Operador de transporte multimodal	3.554,52	2.667,72	3.591,99
21	Mecânico de manutenção de motores e equipamentos navais	3.271,22	3.245,63	3.690,60
22	Auxiliar de saúde (navegação marítima)	2.954,64	2.053,55	3.199,57
23	Conferente de carga e descarga	2.954,11	2.175,44	2.064,12
24	Mecânico montador de motores de embarcações	2.849,01	2.676,72	3.131,40
25	Ajudante de despachante aduaneiro	2.635,91	2.232,31	1.949,89

Fonte: Elaboração própria.

Diante dos resultados apresentados, fica evidente que as atividades portuárias têm um papel fundamental na economia da região de Rio Grande, não apenas pelo volume de cargas movimentadas,

mas também por influenciarem diretamente outros setores como a indústria, o comércio e os serviços. A forte presença do setor portuário na geração de riqueza e de empregos reforça sua importância para o desenvolvimento local.

Essa relevância econômica torna ainda mais necessário entender os riscos ligados às variáveis climáticas, já que problemas operacionais causados por esses fatores podem afetar o funcionamento de diversos setores que dependem do porto. Por isso, os resultados apresentados neste item justificam a necessidade de investimentos constantes em infraestrutura, planejamento e políticas de adaptação, para garantir que o setor portuário continue funcionando adequadamente, mesmo diante de desafios causados pelas mudanças climáticas.

4.2 PERFIL ECONÔMICO DAS REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL

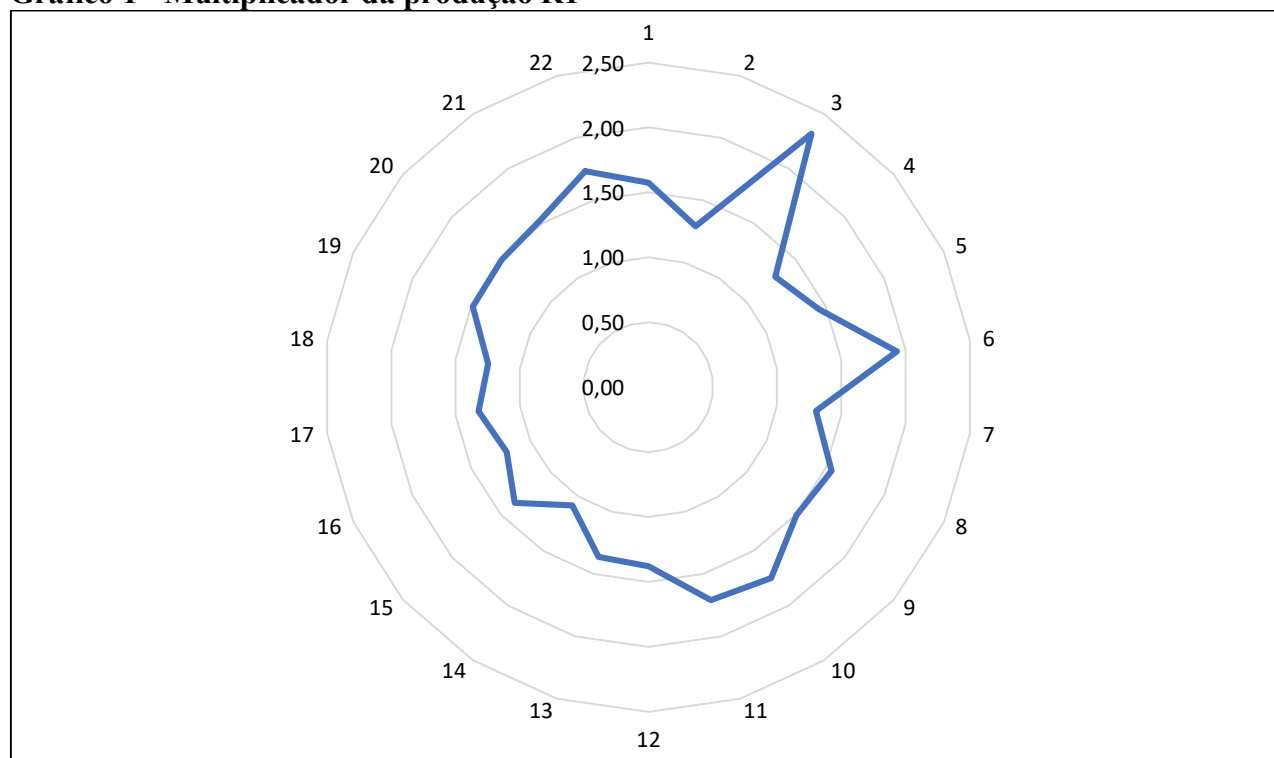
Esta parte do capítulo faz uma caracterização do perfil econômico das regiões do Rio Grande do Sul (R1 e R2), a partir da estrutura insumo-produto, permitindo uma compreensão mais aprofundada das interdependências setoriais e do papel relativo que cada região desempenha na economia estadual. Neste contexto, os multiplicadores de produção e os índices de ligação (índice de ligação direta e índice de ligação total) são ferramentas essenciais para identificar os setores-chave, os encadeamentos interindustriais e o potencial de indução econômica a partir de variações na demanda final.

Os multiplicadores de produção permitem avaliar o grau de encadeamento produtivo, ou seja, quanto a elevação da demanda final em um setor gera de produção indireta e induzida em outros setores. Em termos práticos, valores de multiplicadores superiores a 1 indicam que o setor em questão possui forte capacidade de impulsionar a atividade econômica além de seus próprios limites, gerando efeitos positivos em cadeia na estrutura produtiva. Por outro lado, multiplicadores próximos de 1 ou inferiores sugerem setores com baixa integração intersetorial, cujos efeitos econômicos permanecem mais restritos.

A análise dos multiplicadores de produção para R1 é apresentada no Gráfico 1, que mostra os setores com maior ou menor capacidade de indução econômica. Observa-se que o setor 3 se destaca por alcançar valores em torno de 2,32, sinalizando elevada interdependência com outros setores da economia regional. O setor 6 também apresenta um multiplicador relativamente alto, de 1,93, indicando relevante participação nas cadeias produtivas locais. Por outro lado, os setores 14 e 16 exibem os menores multiplicadores, com valores próximos a 1,08 e 1,20, sugerindo menor

complexidade produtiva, integração econômica reduzida ou baixa densidade de fornecedores e compradores locais.

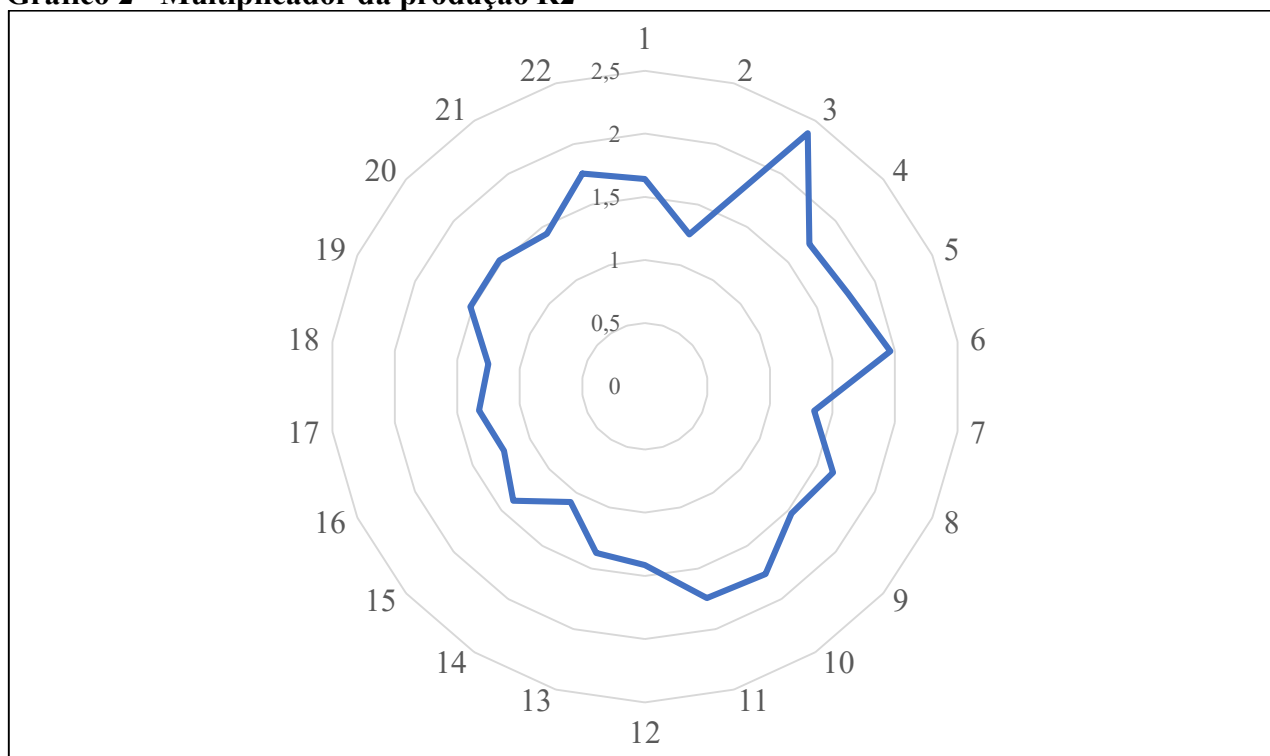
Gráfico 1 - Multiplicador da produção R1



Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

De forma complementar, o Gráfico 2 apresenta os resultados obtidos para a região R2. Nota-se que, embora os padrões gerais sejam semelhantes, algumas variações ocorrem. O setor 6 apresenta leve aumento em seu multiplicador, atingindo 1,96, indicando participação relevante nas cadeias produtivas locais, com crescimento em relação ao observado em R1. Por outro lado, os setores 14 e 16 continuam apresentando os menores multiplicadores, com valores próximos a 1,09 e 1,22, sinalizando menor complexidade produtiva e integração econômica reduzida nessa região.

De forma geral, em ambas as regiões a estrutura econômica é marcada pela alta concentração de capacidade multiplicadora em poucos setores-chave, o que representa tanto uma vulnerabilidade a choques setoriais quanto uma oportunidade estratégica para políticas de incentivo.

Gráfico 2 - Multiplicador da produção R2

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

A utilização de índices como o índice de ligação para trás e o índice de ligação para frente possibilita estimar o potencial de indução de cada setor, respectivamente, na aquisição de insumos e no fornecimento de produtos intermediários para outras atividades econômicas.

Na tabela 6, são apresentados os índices de ligação calculados para a Região R1, com destaque para os setores que possuem valores superiores a 1, tanto para U_i (ligação para frente) quanto para U_j (ligação para trás), o que indica fortes inter-relações com outros segmentos da economia. Os setores 1, 3, 5, 6, 9, 10, 13, 15 e 16 destacam-se por apresentarem índices U_i superiores a 1, sendo classificados como setores com fortes ligações para frente (FL). O setor 5, em especial, exibe um índice total de ligação (BI.) de 3,452 e U_i de 2,310, evidenciando sua relevância como indutor de demanda entre os demais setores.

Tabela 6 - Índices de ligação da região R1

Setor	BI.	BI./n	B.j/n	Ui	Uj	P/ Frente	P/ Trás
1	1,662	0,076	0,071	1,112	1,052	FL	BL
2	1,228	0,056	0,059	0,822	0,864	-	-
3	1,500	0,068	0,106	1,004	1,553	FL	BL
4	1,307	0,059	0,059	0,874	0,866	-	-
5	3,452	0,157	0,066	2,310	0,966	FL	-
6	1,976	0,090	0,088	1,322	1,292	FL	BL
7	1,106	0,050	0,059	0,740	0,873	-	-
8	1,174	0,053	0,071	0,786	1,039	-	BL
9	1,863	0,085	0,069	1,247	1,009	FL	BL
10	1,500	0,068	0,079	1,004	1,169	FL	BL
11	1,157	0,053	0,078	0,774	1,142	-	BL
12	1,428	0,065	0,063	0,955	0,923	-	-
13	1,538	0,070	0,062	1,029	0,912	FL	-
14	1,244	0,057	0,049	0,832	0,724	-	-
15	1,767	0,080	0,062	1,182	0,912	FL	-
16	2,279	0,104	0,054	1,525	0,802	FL	-
17	1,051	0,048	0,060	0,703	0,884	-	-
18	1,047	0,048	0,057	0,701	0,834	-	-
19	1,074	0,049	0,068	0,719	0,997	-	-
20	1,027	0,047	0,068	0,687	1,001	-	BL
21	1,053	0,048	0,070	0,705	1,026	-	BL
22	1,444	0,066	0,079	0,966	1,159	-	BL

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

Além disso, a tabela 6 mostra que os setores 1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 20, 21 e 22 apresentam ligações para trás significativas, com destaque para os setores 1, 3, 6, 9 e 10, que possuem simultaneamente ligações para frente e para trás, sendo, portanto, classificados como setores-chave. Esses setores ocupam posições estratégicas na estrutura produtiva, sendo simultaneamente consumidores relevantes de insumos e fornecedores importantes para a cadeia produtiva regional.

Na Região R2, conforme exposto na tabela 7, observa-se uma configuração semelhante, ainda que com algumas diferenças notáveis. O setor 5 novamente aparece como central na estrutura produtiva, com o maior valor de BI. (4,280), U_i de 2,765 e U_j de 1,143, consolidando sua posição como setor-chave na região. Os setores 1, 5, 6, 9, 15 e 16 também apresentam elevados índices U_i (acima de 1), destacando-se por seu papel de fornecedores relevantes para outros setores econômicos.

Tabela 7 - Índices de ligação da região R2

Setor	BI.	BI./n	B.j/n	Ui	Uj	P/ Frente	P/ Trás
1	1,674	0,076	0,075	1,081	1,060	FL	BL
2	1,260	0,057	0,057	0,814	0,811	-	-
3	1,507	0,068	0,108	0,973	1,539	-	BL
4	1,496	0,068	0,078	0,966	1,111	-	BL
5	4,280	0,195	0,080	2,765	1,143	FL	BL
6	1,981	0,090	0,089	1,280	1,268	FL	BL
7	1,106	0,050	0,062	0,714	0,876	-	-
8	1,174	0,053	0,074	0,759	1,058	-	BL
9	1,894	0,086	0,070	1,224	0,992	FL	-
10	1,533	0,070	0,080	0,991	1,141	-	BL
11	1,145	0,052	0,079	0,739	1,126	-	BL
12	1,427	0,065	0,064	0,922	0,913	-	-
13	1,540	0,070	0,062	0,995	0,887	-	-
14	1,241	0,056	0,049	0,802	0,701	-	-
15	1,774	0,081	0,063	1,146	0,891	FL	-
16	2,282	0,104	0,056	1,474	0,791	FL	-
17	1,051	0,048	0,060	0,679	0,856	-	-
18	1,047	0,048	0,057	0,676	0,807	-	-
19	1,074	0,049	0,069	0,694	0,982	-	-
20	1,026	0,047	0,069	0,663	0,983	-	-
21	1,060	0,048	0,065	0,685	0,928	-	-
22	1,482	0,067	0,080	0,957	1,135	-	BL

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

As ligações para trás na Região R2 evidenciam os setores 1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11 e 22 com valores de U_j são superiores a 1. Esses setores desempenham papel fundamental como consumidores de insumos, promovendo efeitos multiplicadores a montante na cadeia produtiva.

A comparação entre as regiões permite observar consistência na identificação dos setores estratégicos, especialmente os setores 1, 5 e 6, que aparecem com destaque em ambas as regiões. O setor 5, em particular, demonstra forte centralidade, sugerindo que intervenções públicas voltadas para este setor poderiam gerar amplos efeitos econômicos, tanto via encadeamentos para trás (R2) quanto para frente (R1 e R2). Essas evidências reforçam a utilidade dos índices de ligação como instrumentos de apoio ao planejamento e à formulação de políticas públicas regionais, especialmente aquelas voltadas à promoção de cadeias produtivas integradas e ao fortalecimento de setores com alto potencial multiplicador.

Diante da análise apresentada, conclui-se que as regiões R1 e R2 possuem estruturas produtivas com graus distintos de encadeamento setorial e potencial de indução econômica. A

identificação de setores com altos multiplicadores de produção e índices de ligação reforça a importância de políticas regionais que considerem essas interdependências na formulação de estratégias de desenvolvimento. Além disso, o mapeamento dos setores-chave contribui para a compreensão do papel das atividades portuárias como indutoras de dinamismo econômico regional, permitindo vislumbrar caminhos para o fortalecimento da infraestrutura, da qualificação profissional e da articulação entre os diversos segmentos produtivos.

Essa leitura integrada se torna ainda mais relevante frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, que exigem respostas econômicas e institucionais baseadas em evidências e na compreensão sistêmica do território.

4.3 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE IMPACTOS ECONÔMICOS

4.3.1 Simulação de choques de investimentos nas atividades portuárias

A simulação de um choque positivo de R\$ 100 milhões nas atividades portuárias da região R1, que pode estar associada a ações como compra de equipamentos, dragagem, digitalização de operações, investimentos em subestações meteorológicas, dentre outros, revela uma forte capacidade de indução econômica do setor sobre o conjunto da economia regional. O aumento na demanda final portuária provoca efeitos multiplicadores relevantes em setores direta e indiretamente vinculados à cadeia logística. O impacto estimado é de R\$ 173,21 milhões em produção total, R\$ 69,03 milhões em valor adicionado e a criação de aproximadamente 594 empregos. Esses resultados estão detalhados na tabela 8, que apresenta a distribuição setorial dos efeitos simulados.

Tabela 8 - Simulação de impactos econômicos das atividades portuárias em R1

Setor	PROD	VAB	EMP
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,60	0,32	1
Indústrias extrativas	1,07	0,61	0
Produtos alimentares	0,58	0,08	1
Máquinas e equipamentos	3,35	0,61	4
Outras indústrias de manufatura	25,11	5,80	34
Eletricidade e gás	1,48	0,51	0
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	0,44	0,26	2
Construção	0,45	0,18	1
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	5,68	3,29	32
Transporte, armazenagem e correio	8,44	3,35	30
Alojamento e alimentação	0,33	0,14	2
Informação e comunicação	1,64	0,84	3
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	2,49	1,55	3
Atividades imobiliárias	1,02	0,94	0
Atividades científicas, profissionais e técnicas	4,66	2,75	12
Atividades administrativas e serviços complementares	7,40	5,05	92
Administração pública, defesa e seguridade social	0,28	0,20	3
Educação	0,45	0,36	2
Saúde humana e serviços sociais	0,00	0,00	0
Artes, cultura, esporte e recreação	0,02	0,01	0
Outras atividades de serviços	0,35	0,19	2
Atividades portuárias	107,40	41,99	370
Total	173,21	69,03	594

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

Entre os setores mais beneficiados destacam-se "outras indústrias de manufatura", "transporte, armazenagem e correio", "atividades administrativas e serviços complementares" e "comércio", evidenciando o papel do setor portuário como articulador de atividades industriais, logísticas e de serviços. Essa simulação reforça a centralidade sistêmica das atividades portuárias e a relevância de políticas públicas que incentivem investimentos no setor como estratégia de desenvolvimento regional sustentado.

Os resultados da simulação confirmam o que já vem sendo apontado por diversos autores da literatura em economia portuária: os portos exercem um papel decisivo sobre a estrutura produtiva regional, ao movimentar setores estratégicos e sustentar cadeias logísticas complexas. Talley (2009) já destacava que os portos funcionam como motores de crescimento econômico local, ao gerar empregos, renda e arrecadação. Da mesma forma, Teixeira et al. (2024) e Gonçalves et al. (2023)

reforçam a importância dos portos como pontos-chave da economia regional, sobretudo em contextos com forte vocação exportadora, como é o caso do Rio Grande do Sul.

Sob a ótica metodológica, o uso da Matriz de Insumo-Produto Inter-regional, conforme defendido por Miller e Blair (2022) e Guilhoto (2011), demonstrou ser eficaz para quantificar os efeitos multiplicadores das atividades portuárias sobre outros setores, permitindo identificar com precisão os encadeamentos produtivos e os impactos em termos de valor adicionado, produção e emprego. Dessa forma, a simulação realizada neste item reafirma a relevância da infraestrutura portuária como elemento essencial para o dinamismo econômico regional e justifica a adoção de estratégias públicas voltadas à sua proteção e modernização, especialmente frente aos riscos impostos por variáveis climáticas.

4.3.2 Simulação de choques de perdas de produtividade nas atividades portuárias

No presente estudo, as variáveis climáticas não foram inseridas diretamente na matriz insumo-produto como parâmetros quantificáveis. Em vez disso, os impactos das mudanças climáticas sobre a atividade portuária foram considerados de forma indireta, por meio de uma simulação de perda de produtividade de 10% nas atividades portuárias da região de Rio Grande. Essa escolha metodológica se apoia na literatura especializada, que reconhece que eventos climáticos extremos (como elevação do nível do mar, tempestades, ventos intensos e alterações nos padrões de precipitação) afetam significativamente a operação dos portos, resultando em paralisações, danos à infraestrutura e atrasos logísticos.

A perda de produtividade simulada, portanto, reflete essas possíveis consequências, permitindo mensurar, a partir da matriz, os efeitos econômicos diretos e indiretos dessa redução sobre os setores interligados à atividade portuária. Essa abordagem, embora não envolva dados meteorológicos específicos, oferece uma *proxy* válida e compatível com evidências empíricas observadas em estudos recentes sobre os portos da Região Sul do Brasil.

A tabela 9 apresenta os efeitos econômicos estimados a partir de uma simulação de perda de 10% na produtividade das atividades portuárias na região de Rio Grande. Os dados, expressos em milhões de reais, referem-se tanto à produção total quanto ao valor adicionado, sendo estes impactos calculados com base na matriz insumo-produto (MIP). A MIP, como destaca Guilhoto et al. (2010), é uma poderosa ferramenta analítica que permite mensurar os efeitos diretos, indiretos e induzidos de choques setoriais, revelando a complexa teia de interdependências que estrutura a economia.

Os resultados da simulação indicam uma perda total de R\$ 66,35 milhões em produção e R\$ 27,13 milhões em valor adicionado na região portuária de Rio Grande. Tais valores, mesmo diante de um choque relativamente moderado apenas 10% de perda de produtividade portuária evidenciam a elevada centralidade sistêmica das atividades desse setor dentro da economia regional.

A análise setorial da tabela 9 reforça essa perspectiva. O setor de "outras indústrias de manufatura", que inclui a transformação de bens intermediários e finais, registrou a maior retração na produção: R\$ 22,75 milhões. Em termos de valor adicionado, a perda foi de R\$ 5,25 milhões, sinalizando o impacto sobre a geração de renda e valor interno. Esse resultado está em consonância com estudos como o de Haddad et al. (2013), que demonstram como setores industriais com forte vocação exportadora ou dependência de importações são especialmente sensíveis a gargalos logísticos.

Além da indústria, o setor de "transporte, armazenagem e correio" também sofreu perdas significativas (R\$ 7,65 milhões na produção e R\$ 3,04 milhões em VA), o que era esperado considerando seu vínculo operacional direto com o sistema portuário. Esse desempenho evidencia a sensibilidade desse setor a problemas na logística portuária, com impactos diretos na eficiência das cadeias de suprimento e na capacidade de atendimento às demandas de comércio e serviços.

Outro setor duramente afetado foi o de atividades administrativas e serviços complementares (perdas de R\$ 6,70 milhões em produção e R\$ 4,58 milhões em VA). Esse setor, frequentemente subestimado em análises tradicionais, desempenha papel central na gestão, planejamento e execução de operações complexas e integradas, e sua vulnerabilidade a gargalos logísticos revela uma face importante do impacto portuário: o comprometimento da governança empresarial e da coordenação produtiva em diversos segmentos.

A própria atividade portuária sofreu perdas de R\$ 6,70 milhões em produção e R\$ 2,62 milhões em valor adicionado, o que representa o impacto direto do choque simulado. Esse resultado reforça o entendimento de que a queda de produtividade não apenas afeta outros setores, mas compromete a própria sustentabilidade financeira do setor portuário, criando um ciclo vicioso de perda de eficiência e investimentos futuros.

Alguns setores, como saúde humana e serviços sociais, educação e artes, cultura e recreação, apresentaram impactos residuais. Isso reflete a menor dependência direta dessas atividades em relação à infraestrutura portuária, embora impactos indiretos possam ocorrer ao longo do tempo via perda de arrecadação pública e deterioração das condições macroeconômicas.

No entanto, cabe ressaltar que mesmo os setores menos impactados diretamente podem sofrer efeitos de segunda ordem no longo prazo, como já discutido por Santos et al. (2023), ao analisar o efeito dos desastres naturais e choques climáticos sobre a economia brasileira. A degradação de infraestrutura crítica, como os portos, pode levar à redução de investimentos, à reorientação de cadeias produtivas e à desestruturação de territórios logísticos.

Tabela 9 - Perda de produtividade de 10% nas atividades portuárias da região R1

Setor	PROD	VAB	EMP
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	-0,54	-0,29	-1
Indústrias extrativas	-0,97	-0,55	0
Produtos alimentares	-0,53	-0,07	-1
Máquinas e equipamentos	-3,03	-0,55	-4
Outras indústrias de manufatura	-22,75	-5,25	-31
Eletricidade e gás	-1,34	-0,46	0
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	-0,40	-0,24	-1
Construção	-0,41	-0,16	-1
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	-5,15	-2,98	-29
Transporte, armazenagem e correio	-7,65	-3,04	-27
Alojamento e alimentação	-0,30	-0,13	-2
Informação e comunicação	-1,48	-0,76	-3
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	-2,26	-1,41	-3
Atividades imobiliárias	-0,92	-0,85	0
Atividades científicas, profissionais e técnicas	-4,22	-2,49	-11
Atividades administrativas e serviços complementares	-6,70	-4,58	-83
Administração pública, defesa e seguridade social	-0,25	-0,18	-2
Educação	-0,41	-0,33	-1
Saúde humana e serviços sociais	0,00	0,00	0
Artes, cultura, esporte e recreação	-0,02	-0,01	0
Outras atividades de serviços	-0,31	-0,17	-1
Atividades portuárias	-6,70	-2,62	-23
Total	-66,35	-27,13	-226

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa.

Nesse sentido, a perda de produtividade simulada neste estudo dialoga com a preocupação crescente na literatura especializada quanto aos impactos das variáveis climáticas sobre o setor portuário. Eventos extremos como a elevação do nível do mar, maior frequência e intensidade de tempestades, ventos fortes, inundações e estiagens prolongadas têm sido amplamente reconhecidos como ameaças crescentes à operação segura e eficiente dos portos (Becker et al., 2012; Ng et al., 2016; UNCTAD, 2020). Tais fenômenos afetam a infraestrutura física, como berços de atracação,

calado, cais e acessos viários, e comprometem a previsibilidade das operações logísticas, resultando em atrasos, gargalos, aumento de custos e perda de competitividade.

No caso específico da Região Sul do Brasil, estudos como Teixeira et al. (2024) apontam que os portos da região já vêm apresentando vulnerabilidades relacionadas ao assoreamento, variações no regime de marés e aumento da frequência de ventos fortes, o que impacta diretamente na janela operacional para entrada e saída de navios. Essas condições afetam setores fortemente dependentes da logística portuária e podem gerar efeitos em cadeia sobre a economia regional.

Os resultados da simulação realizada neste estudo, que considerou uma perda hipotética de 10% na produtividade portuária, quantificam esses impactos ao estimar reduções significativas na produção, no valor adicionado e no emprego nos setores mais sensíveis à atividade portuária, como manufatura, comércio, transporte e alimentos. Esses achados reforçam o alerta da literatura de que, sem ações de adaptação e planejamento, perdas operacionais pontuais podem se transformar em restrições permanentes à competitividade regional. Em outras palavras, a recorrência e a intensificação de eventos climáticos extremos podem transformar choques temporários em limitações estruturais, afetando de forma prolongada a confiabilidade do sistema logístico.

Dessa forma, os resultados obtidos não apenas ilustram os efeitos econômicos diretos e indiretos de uma perda de produtividade portuária, mas também evidenciam a urgência de políticas públicas voltadas à adaptação climática da infraestrutura logística. Isso inclui investimentos em resiliência física, sistemas de monitoramento e alerta ambiental, além da diversificação de rotas e modos de transporte que reduzam a dependência exclusiva de corredores vulneráveis. Essa abordagem está alinhada às recomendações de Miller e Blair (2022) e Guilhoto (2011), que destacam a importância de análises sistêmicas com a matriz de insumo-produto para orientar decisões de política econômica frente a riscos disruptivos.

Ao traçar um panorama comparativo entre os resultados obtidos neste trabalho e os estudos já consolidados na literatura, nota-se que este estudo contribui de forma inédita ao quantificar, com base em dados regionais e metodologia aplicada, os efeitos econômicos das variáveis climáticas sobre o setor portuário do Rio Grande do Sul. Essa contribuição se alinha ao esforço internacional de mensurar riscos climáticos sobre infraestruturas críticas e propor caminhos concretos para uma transição logística mais resiliente e sustentável.

Diante da crescente evidência dos impactos econômicos e operacionais das mudanças climáticas sobre a infraestrutura portuária, os resultados desta dissertação confirmam a urgência de estratégias adaptativas robustas e eficazes para garantir a resiliência do setor. Como demonstrado por

Becker et al. (2012, 2018) e Chatterton et al. (2016), os custos diretos e indiretos decorrentes de eventos extremos – como tempestades, elevação do nível do mar e alterações nos padrões de precipitação – afetam de maneira significativa as operações portuárias, exigindo investimentos constantes em manutenção e contingência.

No caso específico da região portuária de Rio Grande/RS, fatores climáticos – como elevada umidade relativa do ar, ocorrência frequente de nevoeiros densos, ventos fortes persistentes e, mais recentemente, eventos extremos como as inundações que assolaram o estado do Rio Grande do Sul em 2024 – intensificam significativamente a vulnerabilidade da infraestrutura portuária.

Um exemplo marcante dessa fragilidade ocorreu em 2024, quando enchentes comprometeram severamente um trecho estratégico da BR-116, rota essencial entre Porto Alegre e Pelotas. A interdição dessa via obrigou o redirecionamento total do tráfego logístico pela BR-101, passando por São José do Norte e exigindo travessia de balsa até a cidade do Rio Grande. Essa mudança provocou congestionamentos intensos e atrasos relevantes no escoamento de cargas, evidenciando a dependência crítica de poucas rotas, muitas delas expostas a riscos climáticos e eventos extremos.

Além disso, tais condições comprometem a visibilidade para navegação, interrompem operações de carga e descarga e expõem terminais a danos estruturais. O estudo empírico de Teixeira et al. (2024) reforça esse diagnóstico, ao mensurar perdas financeiras substanciais decorrentes de paralisações operacionais no sul do Brasil.

A análise das políticas vigentes nos Portos RS indica que, embora existam esforços iniciais de adaptação (Gonçalves et al., 2023; Winckler et al., 2022), ainda há lacunas a superar, especialmente no que se refere à governança ambiental integrada e à modernização da infraestrutura. A literatura consultada evidencia que políticas articuladas e sustentáveis como as propostas por WayCarbon (2021) devem ser priorizadas, não apenas para mitigar riscos climáticos, mas também para manter o papel estratégico dos portos no desenvolvimento econômico regional. Assim, esta dissertação contribui ao fornecer subsídios teóricos e práticos para a formulação de medidas de adaptação climática no setor portuário, alinhadas aos princípios da Economia Azul e à sustentabilidade das regiões costeiras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas sobre o setor portuário da Região Sul do Brasil, com foco na região portuária de Rio Grande/RS. Para isso, utilizou-se como principal instrumento analítico a Matriz Inter-Regional de Insumo-Produto, construída a partir de dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) para o ano de 2021, permitindo identificar e quantificar as atividades diretamente e indiretamente relacionadas ao setor portuário e seus impactos na economia regional.

As atividades portuárias, especialmente no caso do Porto do Rio Grande, têm papel estratégico para o desenvolvimento regional, ao conectar os setores produtivos locais ao comércio exterior, viabilizar cadeias logísticas complexas e gerar emprego e renda em municípios com características socioeconômicas diversas. A análise demonstrou que essas atividades exercem forte influência sobre diversos setores, evidenciada pelos multiplicadores de produção e pela interdependência econômica mapeada na matriz.

Embora a matriz tenha permitido estimar a importância econômica da atividade portuária na região, não foi possível mensurar diretamente os efeitos das variações climáticas por meio dela, uma vez que não se dispõe de dados específicos sobre as alterações climáticas aplicadas a esse modelo. Assim, os impactos das mudanças climáticas foram discutidos com base na literatura especializada, que aponta efeitos relevantes sobre a operação portuária, tais como, perdas de produtividade, aumento de custos e interrupções logísticas (sobretudo em função da elevação do nível do mar), eventos extremos e alterações nos regimes de chuva e vento.

A simulação de um choque negativo de 10% na produtividade das atividades portuárias da região evidenciou impactos substanciais em setores altamente dependentes da logística portuária. Dentre os mais afetados, destacam-se: “outras indústrias de manufatura”, com perdas expressivas na produção e valor adicionado; “transporte, armazenagem e correio”, cuja operação é diretamente vinculada ao funcionamento do porto; “atividades administrativas e serviços complementares”, que prestam apoio às operações logísticas; e o próprio setor de “atividades portuárias”. Esses setores apresentaram retrações significativas, o que confirma a importância estratégica da eficiência logística portuária para o equilíbrio da economia regional.

A principal contribuição desta pesquisa reside, portanto, na combinação entre uma abordagem empírica regionalizada, que revela o peso econômico das atividades portuárias para a Região Sul do Brasil, e a discussão conceitual e teórica dos riscos climáticos que afetam essa estrutura. A articulação

desses elementos oferece insumos relevantes para o planejamento e formulação de políticas públicas voltadas à adaptação do setor portuário frente aos desafios climáticos.

Diante dos resultados obtidos e das vulnerabilidades identificadas na estrutura logística da região, torna-se urgente a formulação de políticas públicas e estratégias institucionais que promovam a modernização, eficiência e resiliência do setor portuário frente às mudanças climáticas.

Entre as medidas prioritárias, destaca-se o investimento em tecnologias de monitoramento climático em tempo real, como sensores meteorológicos avançados e plataformas integradas com inteligência artificial para previsão de eventos extremos. Esses instrumentos podem fornecer alertas antecipados e subsidiar decisões operacionais em situações de risco, reduzindo prejuízos decorrentes de paralisações inesperadas.

Nesse contexto, também se ressalta o investimento na duplicação da BR-392, principal rodovia de acesso ao Porto do Rio Grande, conforme defendido por Gonçalves (2023). Seu estudo reforça a importância dessa obra para melhorar a fluidez logística e garantir maior capacidade de escoamento. A duplicação deve ser acompanhada pela ampliação de acostamentos, construção de áreas de escape e modernização da sinalização inteligente, garantindo mais segurança, regularidade e capacidade operacional ao sistema logístico regional.

Além disso, destaca-se a necessidade de manutenção permanente dos sistemas de dragagem na área portuária. A região do Porto do Rio Grande está localizada na saída da Lagoa dos Patos para o Oceano Atlântico, por meio do canal que atravessa a praia do Cassino. O fluxo contínuo das águas da lagoa transporta sedimentos e detritos que se acumulam nos canais de acesso ao porto, podendo comprometer o calado necessário para a atracação segura de navios de grande porte. A adoção de dragagens preventivas e o monitoramento batimétrico contínuo são fundamentais para garantir a navegabilidade e a competitividade operacional do porto.

Ademais, as recomendações apresentadas nesta dissertação contribuem diretamente para o fortalecimento da economia azul, ao promover um modelo de desenvolvimento sustentável que equilibra crescimento econômico, proteção ambiental e inclusão social. Ao aumentar a eficiência e a resiliência dos portos, garantem-se condições para a manutenção de fluxos comerciais, a proteção dos empregos e a sustentabilidade das cadeias produtivas regionais frente aos desafios climáticos.

A implementação dessas políticas consolida o porto não apenas como um polo logístico e econômico, mas como um ativo estratégico para a transição ecológica, favorecendo a adaptação climática, o uso sustentável dos recursos marinhos e o posicionamento competitivo do Brasil no comércio internacional com base em princípios da sustentabilidade.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência de dados climáticos integráveis à matriz insumo-produto, o que impede a simulação quantitativa direta de cenários climáticos sobre a economia portuária. Da mesma forma, a análise se concentrou em um ano-base estático, não incorporando variações temporais que poderiam enriquecer a avaliação dinâmica. Para trabalhos futuros, recomenda-se o cruzamento de dados meteorológicos e operacionais dos portos com indicadores econômicos, bem como a construção de cenários de impacto e adaptação em médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

ACCIARO, M. The role of ports in the development of Mediterranean islands: the case of Sardinia. **International Journal of Transport Economics**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 295-323, 2008.

ACOSTA, M.; CORONADO, D.; CERBÁN, M. M. The economic impact of the Port of Tarifa (Spain) in 2007 and the forecast for 2015. **International Journal of Transport Economics**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 243-263, out. 2011.

APPELTANS, W.; *et al.* The magnitude of global marine species diversity. **Current Biology**, v. 22, p. 2189–2202, 2012.

BECKER, A.; *et al.* A note on climate change adaptation for seaports: a challenge for global ports, a challenge for global society. **Climatic Change**, v. 120, p. 683-695, 2013.

BECKER, A.; NG, A.; McEVOY, D.; MULLETT, J. Implications of climate change for shipping: ports and supply chains. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 9, n. 2, e508, 2018. DOI: 10.1002/wcc.508.

BECKER, A. H.; INOUE, S.; FISCHER, M. A.; SCHWEGLER, B. Climate change impacts on international seaports: knowledge, perceptions, and planning efforts among port administrators. **Climatic Change**, v. 110, n. 1-2, p. 5-29, mar. 2012. DOI: 10.1007/s10584-011-0043-7.

BLONIGEN, B. A.; WILSON, W. W. Port efficiency and trade flows. **Review of International Economics**, v. 16, n. 1, p. 21-36, 2008.

BRAUN, B. M. Measuring the influence of public authorities through economic impact analysis: the case of Port Canaveral. **Policy Studies Journal**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1032-1044, 1990.

BUREAU OF TRANSPORT ECONOMICS OF AUSTRALIA – BTRE. **Regional impact of the Port of Mackay**. Canberra: BTRE, 2001. (BTRE Working Paper, 46). Disponível em: https://www.bitre.gov.au/publications/2001/wp_046. Acesso em: 21 set. 2025.

BUREAU OF TRANSPORT ECONOMICS OF AUSTRALIA – BTRE. **Regional impact of the Port of Gladstone**. Canberra: BTRE, 2001. (BTRE Working Paper, 47). Disponível em: https://www.bitre.gov.au/publications/2001/wp_047. Acesso em: 21 set. 2025.

CAMUS, P.; *et al.* Probabilistic assessment of port operation downtimes under climate change. **Coastal Engineering**, v. 147, p. 12-24, 2019.

CASTRO, J. V.; MILLÁN, P. C. Port economic impact: methodologies and application to the port of Santander. **International Journal of Transport Economics**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 159-179, 1998.

CHANG, Y.-T.; SHIN, S.-H.; LEE, P. T.-W. Economic impact of port sectors on South African economy: an input–output analysis. **Transport Policy**, [s. l.], v. 35, p. 333-340, 2014.

CHATTERTON, J.; *et al.* **The costs and impacts of the winter 2013 to 2014 floods**. Report SC140025. [S. l.]: [s. n.], 2016.

COPPENS, F.; *et al.* **Economic impact of port activity: a disaggregate analysis – the case of Antwerp.** National Bank of Belgium Working Paper, n. 110, fev. 2007.

DANIELIS, R.; GREGORI, T. An input-output-based methodology to estimate the economic role of a port: the case of the port system of the Friuli Venezia Giulia Region, Italy. **Maritime Economics & Logistics**, v. 15, n. 2, p. 222-255, 2013.

DEPARTAMENTO DE ESTUDOS ECONÔMICOS – CADE. **Mercado de serviços portuários.** Edição atualizada – 2024. Brasília, DF: CADE, 2024. Disponível em: <www.gov.br/cade>. Acesso em: 25 out. 2024.

GONÇALVES, R. R.; SIMÕES, C. L.; LESSA, V. B. R.; OLIVEIRA, V. C. Mensurando a participação do complexo portuário de Rio Grande na economia local. **Economia & Região**, v. 11, p. 1-24, 2023.

GUILHOTO, J. J. M. **Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos.** São Paulo: [s. n.], 2011.

HADDAD, E. A.; ARAÚJO, I. F. **Shades of blue: the geography of the ocean economy in Brazil.** São Paulo: Nereus, 2024. (TD Nereus, 03-2024).

HAVEMAN, J. D.; SHATZ, H. J. **Protecting the nation's seaports: balancing security and cost.** Santa Monica: RAND Corporation, 2006.

ISARD, W. Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. **The Review of Economics and Statistics**, v. 33, n. 4, p. 318–328, 1951.

IZAGUIRRE, C.; *et al.* Climate change risk to global port operations. **Nature Climate Change**, v. 11, n. 1, p. 14-20, 2021.

JUPITER, S. D.; *et al.* Locally-managed marine areas: multiple objectives and diverse strategies. **Pacific Conservation Biology**, v. 20, n. 2, p. 165–179, 2014.

LEONTIEF, W. **Input-output economics.** 2. ed. New York: Oxford University Press, 1986.

MARENGO, J. A. Climate change and extreme events in Brazil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions.** 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

MOLONEY, R.; SJOSTROM, W. **The economic value of the Port of Cork to Ireland in 1999: an input–output study.** Report to the Irish Government. Cork: National University of Ireland, 2000.

PENDLETON, L.; *et al.* Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. **PLoS ONE**, v. 7, n. 9, p. 1–7, 2012.

RAM, J.; RAMRATTAN, D.; FREDERICK, R. **Measuring the blue economy: the system of national accounts and use of blue economy satellite accounts**. Bridgetown: Caribbean Development Bank, 2019.

SANTOS, E. M. dos; LOPEZ, S. de S. Mudanças climáticas e portos: um plano de adaptação para o Porto de Santos. **Revista de Direito e Negócios Internacionais da Maritime Law Academy – MLAW International Law and Business Review**, v. 3, n. 2, p. 69-103, jul./dez. 2023. DOI: 10.56258/issn.2763-8197.v3n2.p69-103.

SANTOS, T.; *et al.* (org.). **Economia azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil**. São Paulo: Essential Idea Editora, 2022.

SIMÕES, C. L. Ensaio sobre economia portuária. 2020. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2020.

SIMÕES, C. L.; GONÇALVES, R. R.; MENEZES, G. R. Measuring participation and improvements in the Brazilian port sector. In: INTERNATIONAL INPUT OUTPUT ASSOCIATION CONFERENCE, 30., 2024, Santiago. **Proceedings**.... Santiago: IIOA, 2024. Disponível em: <https://www.iioa.org/conferences/30th/papers.html>. Acesso em: 21 set. 2025.

TALLEY, W. K. **Port economics**. 1. ed. Abingdon: Routledge, 2009.

TEIXEIRA, G. S.; *et al.* **Mudanças climáticas e os custos gerados ao setor portuário: o caso de um porto no sul do Brasil**. [S. l.]: [s. n.], 2024. 20 p.

UNITED NATIONS. **About the 2022 UN Ocean Conference**. 2022. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/ocean2022/about>. Acesso em: 7 mar. 2025.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT – UNCTAD. **Small island developing states: challenges in transport and trade logistics**. Background note to third session of Multi-Year Expert Meeting on Transport, Trade Logistics and Trade Facilitation. Geneva, 24–26 Nov. 2014a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Green economy definition**. Nairobi, 2013.

WAYCARBON. **Impactos e riscos da mudança do clima nos portos públicos costeiros brasileiros**. Brasília: ANTAQ, 2021.

WINCKLER, P.; *et al.* Impacts in ports on a tectonically active coast for climate-driven projections under the RCP 8.5 scenario: 7 Chilean ports under scrutiny. **Coastal Engineering Journal**, v. 64, n. 3, p. 387-405, 2022.

WORLD BANK; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **The potential of the blue economy: increasing long-term benefits of the sustainable use of marine resources for small island developing states and coastal least developed countries**. Washington, DC: World Bank, 2017.