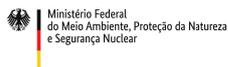


LEVANTAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO PARA **INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS**

**Sumário Executivo
Porto de Rio Grande**

Por ordem do



Por meio da



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DA
INFRAESTRUTURA





República Federativa do Brasil

Jair Bolsonaro
Presidente da República

Marcelo Sampaio Cunha Filho
Ministro da Infraestrutura

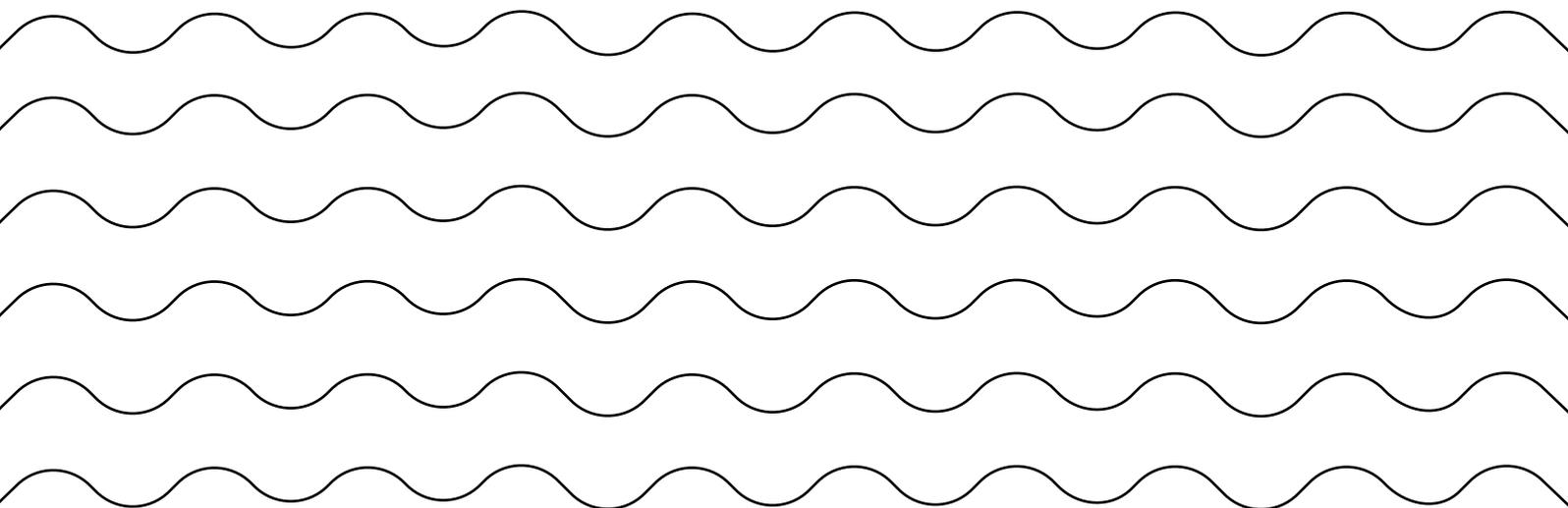
Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ

Eduardo Nery
Diretor-Geral

Flávia Morais Lopes Takafashi
Diretora

Sumário Executivo Porto de Rio Grande

LEVANTAMENTO DE
RISCO CLIMÁTICO E
MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
PARA **INFRAESTRUTURAS
PORTUÁRIAS**



EXPEDIENTE

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Jair Messias Bolsonaro
Presidente da República

Marcelo Sampaio Cunha Filho
Ministro da Infraestrutura

ELABORAÇÃO

I Care by Bearing Point

Leonardo Furquim Werneck
Victor Pires Gonçalves
Rafael José Rorato
Argemiro Teixeira
Camila Rocha
Audrey Gonçalves

EQUIPE TÉCNICA – Antaq

Diretor Substituto

Alexandre Ribeiro Pereira Lopes

Superintendência de Desempenho, Desenvolvimento e Sustentabilidade – SDS

José Renato Ribas Fialho

Gerência de Desenvolvimento e Estudos – GDE

José Gonçalves Moreira Neto
Ana Paula Harumi Higa

Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GMS

Uirá Cavalcante Oliveira
Anderson Paz da Silva
Alessandro Max Barros Bearzi

EQUIPE TÉCNICA – GIZ

Ana Carolina Câmara – Coordenação
Eduarda Silva Rodrigues de Freitas – Assessora Técnica
Pablo Borges de Amorim – Assessor Técnico

Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Lincoln Muniz Alves

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE RIO GRANDE-RS – DMA/PORTO RS

Henrique Horn Ilha – Diretor
Mara Núbia Cezar de Oliveira – Gerência de Meio
Ambiente
João Carlos Schirmer Nóbrega – Gerência de Saúde e
Segurança do Trabalho
Katryana Camila Madeira – Assessoria Técnica

DESIGN E DIAGRAMAÇÃO

Estúdio Marujo

CONTATOS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – Antaq

SEPN Quadra 514, Conjunto “E”, Edifício Antaq,
SDS, 3º andar, Brasília – DF
CEP 70760-545
T + 55 61 2029-6764

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 Brasília/DF
T + 55-61-2101-2170
E giz-brasilien@giz.de
www.giz.de/brasil

A encargo de:

Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear Proteção ao Consumidor da Alemanha (BMUV) da Alemanha BMU Bonn:

Robert-Schuman-Platz 3 53175 Bonn, Alemanha
T +49 (0) 228 99 305-0

Diretora de Projeto:

Ana Carolina Câmara
T:+55 61 9 99 89 71 71
T +55 61 2101 2098
E ana-carolina.camara@giz.de

Brasília, novembro de 2022.

SUMÁRIO

1 :: Apresentação	7
2 :: Introdução	7
3 :: Metodologia	9
4 :: Resultados	12
5 :: Medidas de Adaptação	32
6 :: Conclusões e Recomendações	34
Bibliografia	39

Essa publicação foi realizada por uma equipe formada por consultores independentes sob a coordenação da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio dos projetos Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestrutura (CSI) e Apoio ao Brasil na Implementação da Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta). Os projetos foram pactuados no âmbito da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenar-

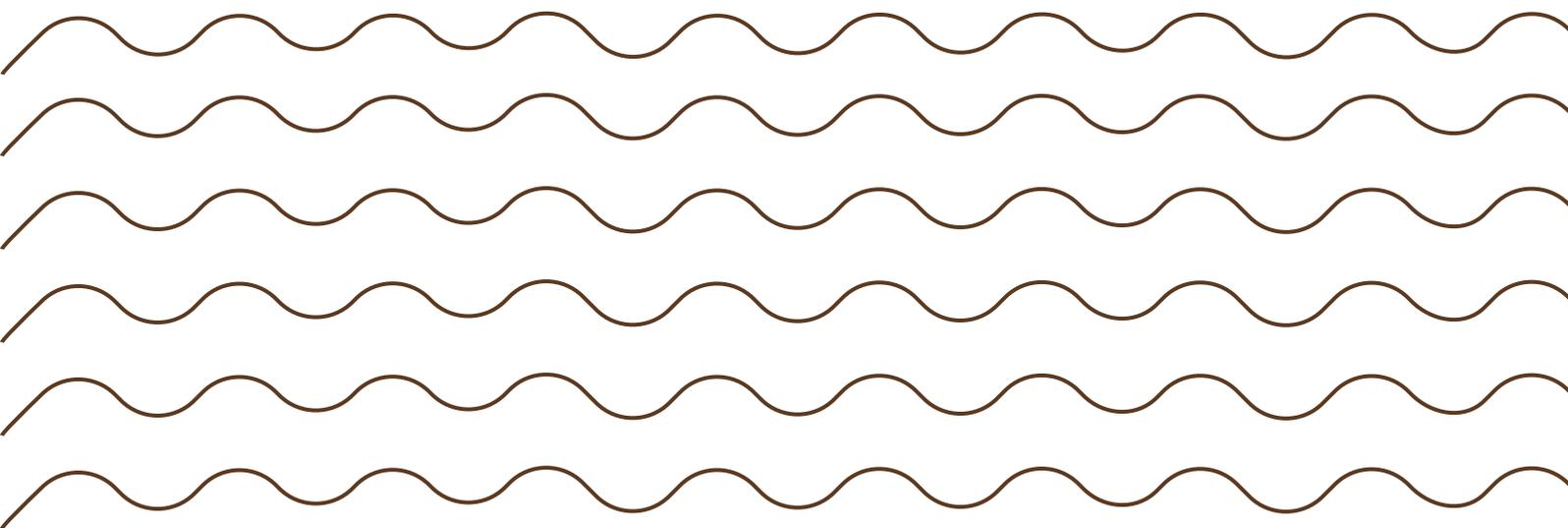
beit GmbH (GIZ), no âmbito da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, sigla em alemão), do Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor da Alemanha (BMUV, sigla em alemão). Participaram desse processo as autoridades portuárias da Bahia (CODEBA), de Santos (SPA) e do Rio Grande (Portos RS). Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ, da ANTAQ ou dos demais parceiros executores. Este documento não foi submetido à revisão editorial.

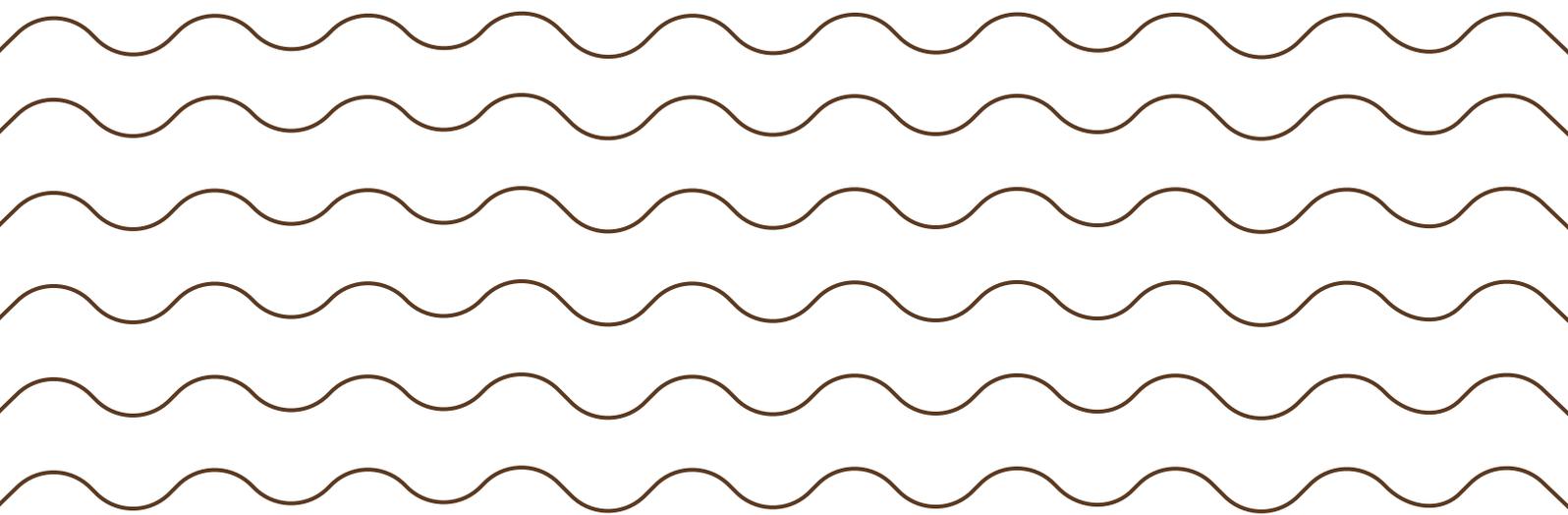
LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do Porto de Rio Grande	8
Figura 2: Zoneamento Portuário	9
Figura 3: Etapas do PIEVC	10
Figura 4: Processo para estabelecer o risco climático sobre a infraestrutura	11
Figura 5: Matriz de risco e mapa de cor	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de Probabilidade para a linha de base do Porto de Rio Grande	12
Tabela 2: Classificação de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas no Porto de Rio Grande	13
Tabela 3: Escala de classificação da severidade para as infraestruturas e operações de interesse após interação com o indicador climático	14
Tabela 4: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Fraco para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	18
Tabela 5: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Moderado para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	20
Tabela 6: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Forte para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	22
Tabela 7: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Quadrante Sul-Sudoeste para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	24
Tabela 8: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Chuva Persistente para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	26
Tabela 9: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Chuva Forte para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	28
Tabela 10: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro	30
Tabela 11: Medidas adaptativas para as infraestruturas do Porto de Rio Grande	33





1 :: Apresentação

Segundo o IPCC a mudança climática, induzida pelo homem, vem afetando praticamente o mundo todo, e com isso já se observam inúmeras alterações e riscos em diversos setores e atividades econômicas. No desenvolvimento do eixo 1 do presente estudo, acima referenciado, constatou-se que a operação portuária é diretamente afetada pelas tempestades, condições de ventos, ondas e nível do mar, com impactos que abarcam desde a paralisação da navegação dentro da área portuária, por conta da agitação do mar e ventos intensos, até a paralisação da operação de retaguarda e cais por ventos fortes, confirmando o alerta de Becker de que “a intensificação e o aumento da frequência dos eventos extremos, bem como o aumento do nível do mar, podem causar danos e prejuízos consideráveis, tais como o colapso de infraestruturas e paralizações em operações portuárias” (BECKER *et al.* 2018).

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), por intermédio das gerências de Desenvolvimento e Estudos e de Meio Ambiente e Sustentabilidade, ambas da Superintendência de Desenvolvimento, Desempenho e Sustentabilidade, em parceria com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, realizou, em 2021, uma avaliação geral dos riscos climáticos presentes e futuros em 21 portos costeiros brasileiros. Um dos resultados dessa avaliação foi a elaboração de um ranking dos portos classificados com maior risco para as ameaças de tempestade, vendaval e aumento do nível do mar.

A partir desse *ranking* e considerando outros critérios como recorte regional e a perspectiva de novos investimentos materializada em arrendamentos qualificados no Programa de Parceria de Investimentos – PPI, foram selecionados os portos de Aratu/BA, Rio Grande/RS e Santos/SP para um levantamento de risco climático customizado e detalhado, baseado nas suas infraestruturas e operações, nos impactos da mudança do clima já verificados e nos impactos potenciais em diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa e horizontes temporais futuros, bem como os desafios que cada porto possui para levar adiante estratégias de adaptação.

Essa análise customizada para os três portos mencionados apresentou como diferencial, em relação à avaliação geral feita anteriormente, o detalhamento das ameaças climáticas, a análise por tipo de carga e equipamentos e o levantamento de medidas de adaptação específicas para cada porto.

O presente documento apresenta os principais resultados do levantamento de risco climático para o Porto de Rio Grande (RS).

2 :: Introdução

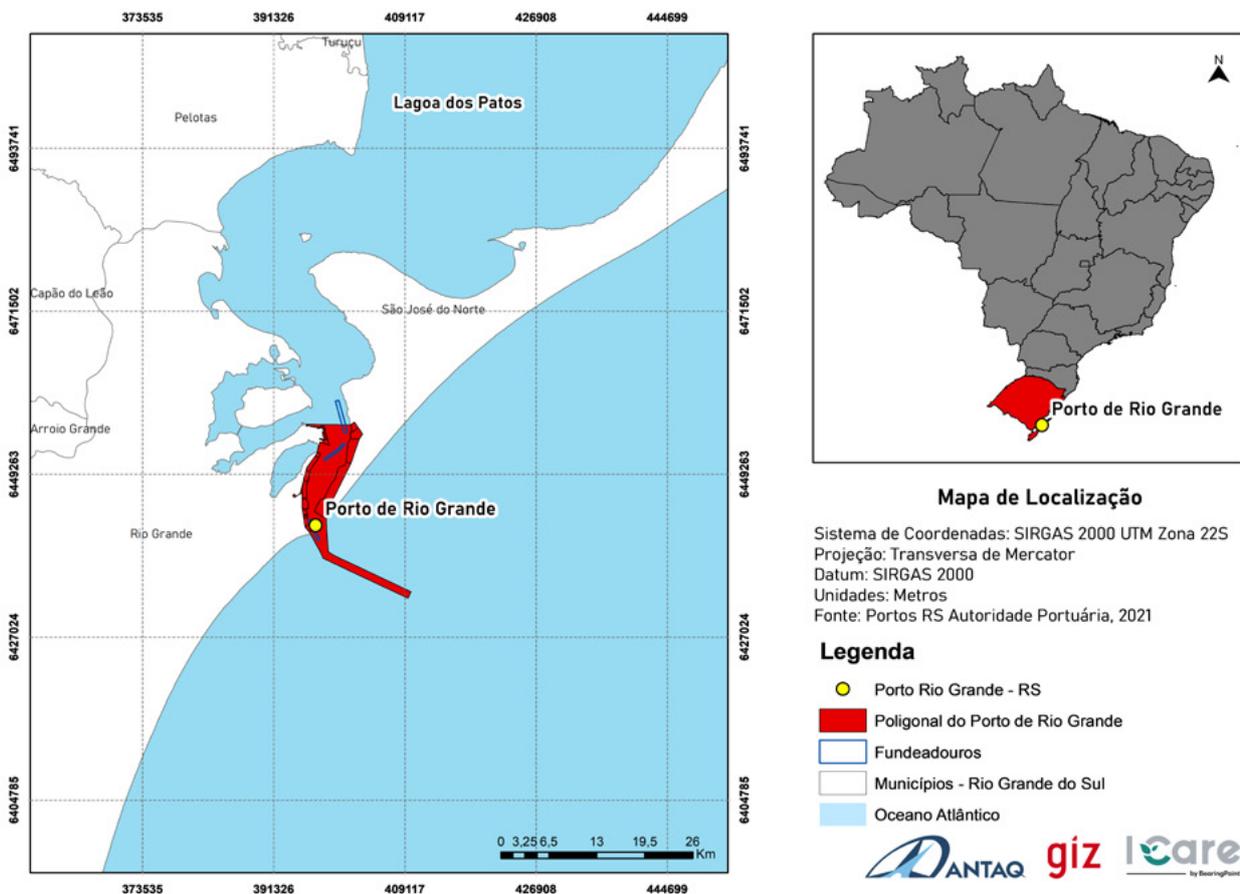
O Porto do Rio Grande é um Porto Organizado localizado no município gaúcho de Rio Grande, na margem Oeste do Canal do Norte, que é o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos (Figura 1). Quanto às cargas processadas, o Porto de Rio Grande reflete o pilar econômico do estado do Rio Grande do Sul, fundamentado em produção agrícola e industrializados manufaturados. Na operação das embarcações oceânicas as classes de cargas operadas

são as (a) Cargas Gerais; (b) Contêineres; (c) Granéis Líquidos (óleo de soja, petróleo cru, óleo combustível, óleo diesel, etc.); e (d) Granéis Sólidos (trigo, cevada, soja, farelo de soja, milho, fertilizantes, etc.).

Em operação desde 1915, o Porto do Rio Grande tem grande importância para o desenvolvimento nacional (Autoridade Portuária Portos RS, 2021). Além disso, em função da sua localização e posição geográfica altamente privilegiada e estratégica, destaca-se por sua produtividade e forte atuação no extremo sul do Brasil.

Dada a importância do porto, a avaliação do risco climático e o levantamento de medidas de adaptação para a sua infraestrutura são essenciais para o processo de planejamento, que pode minimizar os impactos frente às mudanças do clima.

Figura 1: Mapa de Localização do Porto de Rio Grande



Fonte: Adaptado de Porto de Rio Grande, 2021

Figura 2: Zoneamento Portuário



Fonte: Adaptado de Porto de Rio Grande, 2021

3 :: Metodologia

A metodologia utilizada para o levantamento de risco climático baseou-se no Protocolo de Engenharia para Avaliação de Vulnerabilidade da Infraestrutura e Adaptação à Mudança do Clima (sigla em inglês, PIEVC), documento que descreve uma sequência lógica de como realizar uma avaliação do impacto da mudança do clima sobre infraestruturas e ativos (ENGINEERS CANADA, 2016). O protocolo fornece procedimentos para auxiliar proprietários e operadores a levantarem as condições de risco dos seus ativos frente à ameaça climática e está alinhado à ISO 14.091 (ISO, 2021), que trata da gestão de riscos climáticos para infraestruturas. Essa metodologia também foi utilizada para o levantamento de risco climático para o Porto de Itajaí, em 2019, por meio do projeto “Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestruturas (CSI)”, implementado pela GIZ.

A execução do trabalho, seguindo esse protocolo, estruturou-se em 5 etapas: definição do projeto, coleta de dados, levantamento de risco, levantamento de medidas de adaptação e recomendações. Essas etapas são destacadas na Figura 3.

Figura 3: Etapas do PIEVC



O levantamento de risco, etapa principal do estudo, é alcançada através da interação de informações de probabilidade e severidade (Figura 4). A probabilidade trata da frequência que um evento climático pode vir a acontecer dentro de um período determinado. Já a severidade representa o nível de gravidade que uma ameaça pode causar. Portanto, a classificação do risco diz respeito ao potencial impacto de um evento climático em uma infraestrutura, processo ou operação, promovendo indicações sobre como os principais equipamentos, as infraestruturas de suporte e a operação do porto podem ser afetados. Esta informação é crucial para apoiar a autoridade portuária a identificar e priorizar medidas de adaptação (ENGINEERS CANADA, 2016).

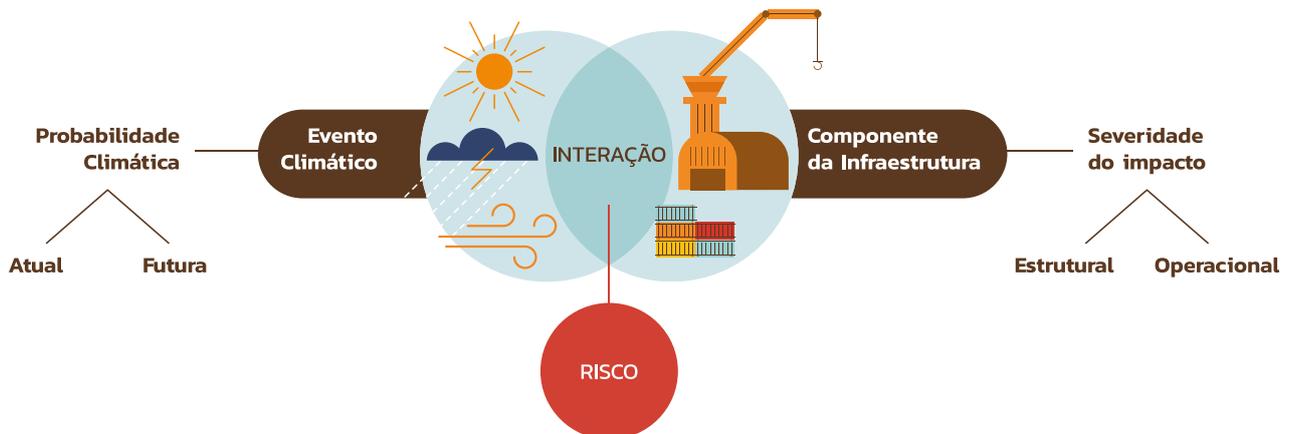
Para a pontuação da probabilidade da ameaça, foram definidos índices climáticos que representam os principais impactos climáticos que o Porto de Rio Grande tem sofrido. Para o cálculo da probabilidade de ocorrência para representar o clima atual (linha de base), utilizou-se dados

de produtos de clima (CHIRPS¹ e MEaSURES-NASA²) e de reanálise (ERA5³). Para o cálculo dos cenários de mudança do clima utilizou-se o método *Change-Factor* (ANANDHI et al. 2011) e os dados de projeções de um conjunto de multi-modelos de clima do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6⁴) para os cenários de emissões de gases de efeito estufa *Shared Socioeconomic Pathways SSP2* (intermediário) e *SSP5* (altas emissões). O número de modelos varia de oito a doze, a depender da variável climática e do cenário SSP. Os horizontes temporais considerados no estudo foram: 2021-2040, 2041-2060 e 2081-2100.

Em relação à pontuação de severidade, as potenciais consequências relacionadas às ameaças climáticas, tanto no aspecto estrutural como operacional, foram levantadas pelos atores-chave do porto em visita técnica e em oficina participativa.

A partir das informações de severidade e probabilidade, foi desenvolvida a matriz de risco, que permitiu identificar as infraestruturas sob maior risco climático. A partir delas, em nova oficina, foram aventadas as medidas de adaptação necessárias para reduzir os principais riscos identificados.

Figura 4: Processo para estabelecer o risco climático sobre a infraestrutura



Fonte: Autoridade Portuária de Itajaí, 2020

1. <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
2. <https://sealevel.nasa.gov/data-analysis-tool/>
3. <https://cds.climate.copernicus.eu/>
4. <http://esgf-node.llnl.gov/>

4 :: Resultados

As principais ameaças levantadas para o Porto de Rio Grande foram: vendavais, enchentes e inundação fluvial, ressaca, aumento do nível do mar e neblina.

As enchentes e inundações podem ser consequência de uma série de eventos climáticos como chuvas intensas, ressacas e aumento do nível do mar. Esses eventos podem trazer ao porto problemas como erosão e depósito de sedimentos, além de interrupções no transporte de carga, na cadeia logística e nos processos de embarque e desembarque de carga. A operação de Granéis Sólidos, por exemplo, pode ser interrompida na presença de chuva, mesmo de baixa intensidade, uma vez que esse tipo de carga se deteriora em contato com umidade.

Já os ventos, mesmo os mais fracos, podem oferecer risco à operação do porto, a depender da carga processada no desembarque. Alguns fertilizantes agrícolas, por exemplo, bem como gipsita e calcário, podem formar poeira em suspensão e atrapalhar a operação dos guindastes. Já condições extremas de vento podem causar interrupções da navegação no canal de acesso.

No presente estudo, priorizou-se a avaliação das ameaças de ventos, chuvas e inundações devido ao aumento do nível do mar. A seleção e a priorização dos indicadores climáticos utilizados foram feitas baseadas em revisão bibliográfica e também em consulta a normas, legislações e dados históricos de paralisações do porto, que apontaram os indicadores climáticos que mais se relacionaram com as ameaças climáticas identificadas. Além disso, a seleção dos indicadores climáticos também levou em consideração a disponibilidade de dados para consulta.

A equipe do projeto, juntamente com especialistas de clima, desenvolveu uma escala de probabilidade para as ameaças climáticas. A escala foi construída a partir de intervalos de frequências em uma escala exponencial, com o nível máximo (muito frequentemente) definido como 5 (Tabela 1), considerando a observação da distribuição dos eventos no porto e o parecer técnico dos profissionais envolvidos.

Tabela 1: Escala de Probabilidade para a linha de base do Porto de Rio Grande

ESCALA DE PROBABILIDADE			
Nível	Descrição	Frequência (Nº de Eventos/Ano)	
1	Quase nunca	<1	
2	Raramente	1	4
3	Ocasionalmente	4	19
4	Frequentemente	19	83
5	Muito frequentemente	83,50638	365

Fonte: Elaboração própria

Posteriormente, com a escala de probabilidade consolidada, foi realizada a classificação de probabilidade de cada ameaça climática escolhida para o Porto de Rio Grande (Tabela 2). Considerando a linha de base, que compreende o período de 1981 até 2000, as maiores probabilidades de ocorrência observadas estão associadas às ameaças Vento Fraco, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Chuva Persistente, avaliados como ‘muito frequentemente’. Vento Moderado, Vento Forte e Chuva Forte apresentaram probabilidade de ocorrência classificada como ‘frequentemente’. A ameaça Inundações devido ao Aumento de 0,2 m de Nível do Mar foi classificado com o grau de ocorrência ‘quase nunca’.

Tabela 2: Classificação de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas no Porto de Rio Grande

AMEAÇA	LINHA DE BASE (1981-2000)	ANOMALIA (SSP VS HIST 1981-2000)					
		2021-2040		2041-2060		2081-2100	
		SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5
	NÍVEL	NÍVEL					
Vento Fraco (3 m/s)	5	5	5	5	5	5	5
Vento Moderado (7 m/s)	4	5	5	5	5	5	5
Vento Forte (10 m/s)	4	4	4	4	4	4	4
Vento Quadrante Sul-Sudoeste	5	5	5	5	5	5	5
Chuva persistente (1 mm)	5	5	5	5	5	5	5
Chuva forte (20 mm)	4	4	4	4	4	4	4
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m de Nível do Mar	1	1	1	1	2	2	2

1	2	3	4	5
Quase nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frequentemente	Muito frequentemente

Fonte: Elaboração própria

Os cenários de mudança do clima sugerem uma constância na probabilidade de ocorrência de Vento Fraco, permanecendo como ‘muito frequentemente’ em todos os cenários SSPs e horizontes temporais analisados. Um aumento da probabilidade de ocorrência de Vento Moderado de ‘frequentemente’ para ‘muito frequentemente’ foi observado em todos os horizontes temporais e cenários de emissões futuros. Já a ameaça Vento Forte se manteve com a probabilidade de ocorrência estável em ‘frequentemente’ para todos os cenários e períodos verificados, assim como a ocorrência de Vento Quadrante Sul-Sudoeste, que se manteve estável em ‘muito frequentemente’. As altas probabilidades de ocorrência de eventos relacionados a ventos demonstram um ponto de alerta, uma vez que esses podem inviabilizar o embarque e desembarque de alguns tipos de cargas.

A ameaça Chuva Persistente não teve alteração em sua probabilidade de ocorrência, se mantendo como ‘muito frequentemente’ em todos os horizontes temporais e cenários SSPs. Chuva forte

também manteve a probabilidade de ocorrência estável em 'frequentemente' nas projeções futuras. Esses resultados requerem atenção, devido à sensibilidade das operações com os Granéis Sólidos, que não são tolerantes à umidade.

A ameaça Inundações devido ao Aumento do Nível do Mar em 0,2 m, passou de 'quase nunca' para 'raramente' no cenário SSP5 nos anos 2041 – 2060 e para ambos os cenários (SSP2 e SSP5) no período 2081 – 2100.

A análise de relações entre as ameaças climáticas e as infraestruturas e equipamentos demonstrou que todos os ativos analisados estão expostos, em alguma medida, às ameaças identificadas anteriormente, podendo ser afetados tanto no aspecto estrutural quanto operacional. Com base na classificação demonstrada na Tabela 3, definiu-se o nível de severidade associado às ameaças climáticas.

Tabela 3: Escala de classificação da severidade para as infraestruturas e operações de interesse após interação com o indicador climático.

NÍVEL	DESCRIÇÃO
1	Leve
2	Moderado
3	Grave
4	Severo
5	Catastrófico

Fonte: Elaboração própria

Para cada nível de severidade, uma série de potenciais impactos foi definida para os diferentes tipos de carga, sendo divididas em:

- a) **Nível leve:** se relaciona com paralisações inferiores a 6 horas, que não impactam de forma significativa a programação dos embarques e desembarques, mas podem exigir vistorias ou rápidas manutenções em alguns equipamentos;
- b) **Nível moderado:** estabelecido para impactos que demandam vistoria e manutenção de equipamentos com duração entre 24h e 48h e/ou paralisações que inibem as operações entre 6h e 24h;
- c) **Nível grave:** compreende as paralisações que cancelam embarques e desembarques entre 24h e 48h e/ou avarias que exigem manutenções de 48h a 72h;
- d) **Nível severo:** se refere aos impactos relativos ao cancelamento do embarque e desembarque entre 48h e 168h e/ou avarias em equipamentos, com manutenção que duram entre 72h e 168h;
- e) **Nível catastrófico:** é aquele que pode ser observado pela perda de área operacional e/ou cancelamento de embarques e desembarques por período acima de 168h.”⁵

5. Para mais detalhamento sobre os impactos incluídos na escala de severidade operacional e estrutural, consulte o relatório completo.

A partir da classificação da probabilidade de ocorrência da ameaça e da classificação de severidade estrutural e operacional, estabeleceu-se a matriz de risco climático (Figura 5), através da multiplicação da probabilidade pela severidade. Como esses fatores assumem valores que vão de 1 a 5, o risco pode assumir valores que vão de 1 a 25. Em seguida o risco foi classificado em três classes: 'leve' (1 a 5), 'médio' (6 a 14) e 'alto' (15 a 25).

Figura 5: Matriz de risco e mapa de cor

SEVERIDADE	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
PROBABILIDADE						

● Risco Leve
 ● Risco Médio
 ● Risco Alto

Fonte: Adaptado de ENGINEERS CANADA, 2016

A matriz de risco construída para o Porto de Rio Grande foi feita individualmente para diferentes perfis de carga operada – Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres – e para cada tipo de risco – operacional e estrutural. Em termos gerais, as pontuações de baixo risco representam baixo fator de preocupação, porém é importante que se faça o monitoramento desses riscos. Riscos classificados como 'médios' e 'altos' indicam a necessidade de monitoramento com possibilidade de intervenção corretiva.

Buscando uma exposição mais clara dos resultados que foram obtidos para cada horizonte temporal anteriormente mencionado (2021 – 2040; 2041 – 2060; 2081 – 2100) e para dois diferentes cenários de projeções de clima (SSP2 e SSP5), priorizou-se a apresentação, nesse Resumo Executivo, dos resultados de risco climático obtidos para o intervalo compreendido entre 2021 a 2040 e 2041 a 2060, com o fim de mostrar a progressão das informações do tempo atual até 2060, período subsequente ao horizonte de planejamento contido no Plano Mestre dos portos.

Além disso, em relação às projeções futuras, visando uma análise mais cautelosa, os riscos apresentados são relativos ao cenário de emissão de GEE mais pessimista (SSP5). Os resultados do cálculo dos riscos climáticos podem ser consultados nas Tabela 4 a 10.⁶

Para o risco associado a Vento Fraco (Tabela 4), todas as interações da matriz de risco apontaram para um risco 'leve', tanto para o presente quanto para o futuro. Embora a probabilidade de ocorrência da ameaça seja classificada como 'frequentemente', nos diferentes horizontes temporais analisados, a severidade é considerada "baixa".

Semelhante ao observado para Vento Fraco, para a ameaça Vento Moderado (Tabela 5), a matriz de risco demonstrou um risco 'leve'. A probabilidade de ocorrência do evento aumentou de 'frequentemente' para 'muito frequentemente', sendo a severidade classificada como 'leve'. Apesar disso, o monitoramento dos riscos ainda é recomendado.

As interações mostradas na matriz de risco entre as infraestruturas de interesse e a ameaça Vento Forte já apontam para um risco mais elevado, classificado como 'médio', para a maioria das interações (Tabela 6). Isso se deve à alta probabilidade de ocorrência do evento, classificada como 'frequentemente' nos tempos presente e futuro, associada à severidade classificada com o nível 'moderado'. Com exceção de Molhes, todas as infraestruturas apresentaram grau de severidade maior que 'leve' na interação com a ameaça, em algum perfil de carga. De modo geral, as estruturas apresentam maior risco do que a operação das cargas.

Somente para a ameaça "Vento Quadrante Sul-Sudoeste", a matriz de risco apresentou risco classificado como 'alto' em algumas interações (Tabela 7), principalmente devido à alta probabilidade classificada como 'muito frequentemente' nos períodos presente e futuro. As cargas sob maior risco ('alto') são Granéis Líquidos, Granéis Sólidos e Celulose. A severidade 'grave' na operação desses tipos de carga relacionam-se com a inibição parcial do processamento de navios que ficam atracados no berço. No caso da Celulose, é também relacionada com a interrupção da atividade.

Poucas infraestruturas apresentaram riscos relacionados à ameaça "Chuva Persistente" (Tabela 8), entretanto de acordo com a matriz de risco, essa ameaça apresenta riscos para as operações no porto. Apenas Infraestruturas de Armazenamento, Equipamentos de Içamentos e Empilhadeiras apresentaram risco estrutural na interação com esta ameaça, com severidade 'leve'. O tipo de carga com a maior quantidade de interações foi Granéis Sólidos, justamente devido à sensibilidade desse tipo de carga à umidade, como anteriormente comentado. A operação de Granéis Sólidos apresentou também a maior quantidade de riscos classificados como 'médio', correspondentes às infraestruturas Berços, Infraestrutura de Armazenamento, Equipamentos

6. Para obter informações sobre outros períodos e outros cenários, consulte o relatório completo.

de Içamento e Transportador Contínuo que apresentaram a severidade classificada como 'moderado'. Esse grau de severidade, para a operação dos Granéis Sólidos, aponta para a inibição no embarque e desembarque das cargas, trazendo potenciais prejuízos financeiros.

A matriz de risco climático para a ameaça Chuva Forte (Tabela 9), cuja probabilidade de ocorrência foi classificada como 'frequentemente' nos tempos presente e futuro, demonstra que a maioria dos riscos foi classificada como 'médio', sendo que os maiores riscos estão associados às estruturas: Edificações, Infraestrutura de Armazenamento e Transportador Contínuo, para os perfis de carga tipo Granéis Líquidos, Granéis Sólidos e Contêineres. Para o risco operacional, os maiores valores estão relacionados a Equipamentos de Içamentos e Transportador Contínuo, sendo as cargas mais afetadas dos tipos Granéis Sólidos, Celulose e Contêineres.

As interações das infraestruturas com a ameaça Inundações Devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Tabela 10), cuja probabilidade de ocorrência foi classificada como 'quase nunca' no tempo presente e 'raramente' no tempo futuro (2041 a 2060), apresentaram risco estrutural e operacional "médio" para Sinalização Náutica, Molhes, Berços, Infraestrutura de Armazenamento e Equipamentos de Içamento.

Os impactos associados a essa ameaça relacionam-se com danos estruturais ao porto relativos à perda dos acessos rodoviários; ocorrência de inundações de cais e áreas de terminais nos píeres causando solapamento devido as ressacas e regimes de ondas, com perda funcional e estrutural da infraestrutura; reparo de manutenção de equipamentos afetando parcialmente as atividades do porto, no período entre 72 h e 168 h, com alto custo associado, dentre outros. Na operação do porto, severidades detectadas como 'críticas' são relacionadas ao cancelamento do embarque e desembarque de cargas; paralisações das atividades portuárias superiores a 24 h; rupturas contratuais devido aos descumprimentos de prazos, dentre outros.

Tabela 4: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Fraco para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro

Fonte: I Care, 2022

INFRAESTRUTURA		AMEAÇA CLIMÁTICA: VENTO FRACO																											
		Probabilidade	RISCO ESTRUTURAL															RISCO OPERACIONAL											
			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO		
Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)			
Canal Externo	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1			
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Canal Interno	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1			
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Bacia de Evolução	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1			
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Sinalização Náutica	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Berços	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Molhes	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Edificações	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Infraestrutura de Armazenamento	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Equipamentos de Lçamento	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Empilhadeiras	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			
	Severidade																1			1			1			1			
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Transportador Contínuo	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			*			*			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Acesso Viário	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			
	Severidade																												
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

*Transportador Contínuo não existe para os perfis de carga tipo Celulose, Estaleiro e Contêineres

- Sem interação
- Risco Leve
- Risco Médio
- Risco Alto

Tabela 5: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Moderado para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro

Fonte: I Care, 2022

INFRAESTRUTURA		AMEAÇA CLIMÁTICA: VENTO MODERADO																												
		Probabilidade	RISCO ESTRUTURAL															RISCO OPERACIONAL												
			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES
Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)				
Canal Externo	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Canal Interno	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Bacia de Evolução	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Sinalização Náutica	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Berços	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Molhes	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Edificações	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Infraestrutura de Armazenamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Equipamentos de Lçamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Empilhadeiras	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			1			1			1			1			1				
	Risco	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
Transportador Contínuo	Interação?	Sim			Sim			*			*			*			Sim			Sim			*			*				
	Severidade	1			1												1			1										
	Risco	4	5	5	4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Acesso Viário	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade																1			1			1			1				
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5

*Transportador Contínuo não existe para os perfis de carga tipo Celulose, Estaleiro e Contêineres

- Sem interação
- Risco Leve
- Risco Médio
- Risco Alto

Tabela 6: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Forte para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro

Fonte: I Care, 2022

INFRAESTRUTURA		AMEAÇA CLIMÁTICA: VENTO FORTE																															
		Probabilidade	RISCO ESTRUTURAL															RISCO OPERACIONAL															
			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			
Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)							
Canal Externo	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1						1			1			2			2			2				
	Risco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8
Canal Interno	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			2						1			2			2			2			2				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Bacia de Evolução	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1						2			2			2			2			2				
	Risco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Sinalização Náutica	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			2						1			1			1			1			1				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Berços	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			2			2			1			2			2			2			2				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Molhes	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1						1			1			1			1			1				
	Risco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Edificações	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			1			3			1			1			1			1			1				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	4	4	12	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Infraestrutura de Armazenamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			2			3			1			1			1			1			1				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Equipamentos de Lçamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	2			2			2			2			2			2			3			2			2			2				
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Empilhadeiras	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim				
	Severidade	1			1			1			1			2			1			1			2			2			1				
	Risco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	4	4
Transportador Contínuo	Interação?	Sim			Sim			*			*			*			Sim			Sim			*			*			*				
	Severidade	2			2												2			2													
	Risco	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acesso Viário	Interação?	Não			Não			Não			Não			Sim			Sim																
	Severidade													2			1			1			1			1			1				
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

*Transportador Contínuo não existe para os perfis de carga tipo Celulose, Estaleiro e Contêineres

- Sem interação
- Risco Leve
- Risco Médio
- Risco Alto

Tabela 7: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Vento Quadrante Sul-Sudoeste para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro

Fonte: I Care, 2022

INFRAESTRUTURA		AMEAÇA CLIMÁTICA: VENTO QUADRANTE SUL-SUDOESTE																													
		Probabilidade	RISCO ESTRUTURAL															RISCO OPERACIONAL													
			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES	
Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)		
Canal Externo	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	1			1			1			1			1			2			2			2			2			2		
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Canal Interno	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2			2			2			2			2			2		
	Risco	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Bacia de Evolução	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	1			2			1			1			1			2			2			2			2			2		
	Risco	5	5	5	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sinalização Náutica	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Não														
	Severidade	1			1			1			1			1																	
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berços	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2			2			2			2			2			2		
	Risco	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Molhes	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Não														
	Severidade	1			1			1			1			1																	
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificações	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2			1			1			1			1			1		
	Risco	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Infraestrutura de Armazenamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2			1			2			1			1			1		
	Risco	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Equipamentos de Lçamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2			3			3			3			2			2		
	Risco	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10
Empilhadeiras	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	1			1			1			1			2			1			2			2			2			1		
	Risco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Transportador Contínuo	Interação?	Sim			Sim			*			*			*			Sim			Sim			*			*			*		
	Severidade	2			2												3			3											
	Risco	10	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acesso Viário	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Sim														
	Severidade																3			1			1			1			1		
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

*Transportador Contínuo não existe para os perfis de carga tipo Celulose, Estaleiro e Contêineres

- Sem interação
- Risco Leve
- Risco Médio
- Risco Alto

Tabela 9: Levantamento do risco climático estrutural e operacional de Chuva Forte para Granéis Líquidos, Granéis Sólidos, Celulose, Estaleiro e Contêineres no tempo presente e futuro

Fonte: I Care, 2022

INFRAESTRUTURA		AMEAÇA CLIMÁTICA: CHUVA FORTE																													
		Probabilidade	RISCO ESTRUTURAL															RISCO OPERACIONAL													
			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES			GRANÉIS LÍQUIDOS			GRANÉIS SÓLIDOS			CELULOSE			ESTALEIRO			CONTÊINERES	
Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)	Histórico (1981-2000)	2021-2040 (SSP5)	2041-2060 (SSP5)					
Canal Externo	Interação?	Não			Sim			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade				1															1			1			1			1		
	Risco	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Canal Interno	Interação?	Não			Sim			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade				2															2			2			2			2		
	Risco	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Bacia de Evolução	Interação?	Não			Sim			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade				1															1			1			1			1		
	Risco	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sinalização Náutica	Interação?	Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não			Não		
	Severidade																														
	Risco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berços	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			2			2						2			2			2			2		
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Molhes	Interação?	Não			Sim			Não			Não			Não			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade				1															1			1			1			1		
	Risco	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Edificações	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Não			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	3			1			3			2			3						1			1			1			1		
	Risco	12	12	12	4	4	4	12	12	12	8	8	8	12	12	12	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Infraestrutura de Armazenamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	3			2			3			2			3			2			2			2			2			2		
	Risco	12	12	12	8	8	8	12	12	12	8	8	8	12	12	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Equipamentos de Lçamento	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			1			2			2			2			2			3			3			2			3		
	Risco	8	8	8	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	8	8
Empilhadeiras	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			1			2			2			2			1			1			1			1			1		
	Risco	8	8	8	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Transportador Contínuo	Interação?	Sim			Sim			*			*			*			Sim			Sim			*			*					
	Severidade	3			2												2			3											
	Risco	12	12	12	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	12	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acesso Viário	Interação?	Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim			Sim		
	Severidade	2			2			2			1			2			1			2			2			2			2		
	Risco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	4	4	8	8	8	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

*Transportador Contínuo não existe para os perfis de carga tipo Celulose, Estaleiro e Contêineres

- Sem interação
- Risco Leve
- Risco Médio
- Risco Alto

5 :: Medidas de Adaptação

Os riscos levantados auxiliaram no entendimento dos potenciais impactos e consequências decorrentes dos eventos climáticos. A partir desse levantamento, após uma oficina com atores-chave do Porto de Rio Grande, algumas medidas de adaptação foram elencadas de acordo com alguns critérios definidos pelo porto como custo, eficácia, tempo de implementação, dificuldade, barreiras, responsáveis, e eventuais parceiros necessários para uma possível execução da respectiva medida. As medidas de adaptação detalhadas pelos grupos participantes da oficina foram apresentadas com base na interação ameaça-infraestrutura, que, em geral, têm um risco associado 'médio'.

Neste Resumo Executivo, são apresentadas na Tabela 10 as medidas consideradas mais urgentes pelos atores-chave, as quais foram divididas como Gestão, Manutenção ou planejamento, sendo que as de não-arrependimento, aquelas que se referem aos benefícios líquidos sobre toda a gama de previsões climáticas futuras e os impactos associados, estão detectadas por um asterisco.

Para controle das medidas, sugere-se ao Porto de Rio Grande a classificação e o registro sistematizado daquelas já adotadas ou planejadas.

Tabela 11: Medidas adaptativas para as infraestruturas do Porto de Rio Grande

INTERAÇÃO: AMEAÇA X INFRAESTRUTURA	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Chuva Forte (Edificações/ Infraestrutura de armazenamento / Equipamentos de içamento)		Instalação de calhas	Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
		Revisão dos projetos do sistema de drenagem	
Chuva Forte (Edificações / Equipamentos de içamento)	Implementação de um banco de dados dos impactos relacionados com mudanças climáticas (*)	Adequação das calhas existentes nas estruturas	Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas (*)
	Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo (*)	Modernização e ampliação do sistema de drenagem / Elaboração de um plano de manutenção preventiva e corretiva do sistema de drenagem	
		Instalação de um sistema de captação de água de chuva	
	Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos (*)	Criação de áreas verdes e permeáveis	
Implementação de um sistema de alerta para eventos extremos			
Chuva Forte (Edificações)	Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP (*)	Alteamento das estruturas de abrigo	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação
			Adequação do armazenamento das cargas sensíveis a tempestade
Chuva Forte (Infraestrutura de armazenamento)		Elaboração de um plano de manutenção das estruturas (*)	
		Adaptação da estrutura às mudanças climáticas (*)	
Chuva Forte (Transportador Contínuo)		Revisão e manutenção da estrutura de cobertura	Adequação das estruturas para os novos padrões climáticos (*)
		Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima (*)	
Chuva Forte (Acesso Viário)		Aprimoramento do sistema de drenagem viário	Fornecimento de planos de emergências aos condutores (*)
		Revisão dos projetos do sistema de drenagem	
		Implementação de um sistema padrão de alarme e comunicação eficiente que integre todos os operadores (*)	
		Diversificação das ligações terrestres para o porto / terminais	

* Medidas de não arrependimento

INTERAÇÃO: AMEAÇA X INFRAESTRUTURA	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Chuva Forte (Equipamentos de içamento)	Adequação do procedimento operacional (*)	Realização da manutenção preventiva de equipamentos	
	Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático (*)		
Vento forte e Vento S/SO (Equipamentos de içamento)	Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários (*)	Implementação de um sistema padrão de alarme e comunicação eficiente que integre todos os operadores (*)	Estabelecimento de linha de orçamento para contingências de impactos climáticos (*)
	Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo (*)		
	Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários (*)		Contratação de seguros específicos
	Implementação de sistema de previsão da velocidade do vento		
	Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos (*)		Operação remota dos equipamentos
	Adequação no procedimento operacional (*)		
	Realização de análise de risco (*)		Redução da altura de empilhamento dos containers
	Monitoramento automático de ventos nos shiploaders		
Vento S/SO (Transportador contínuo)	Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático (*)		Adequação das estruturas para os novos padrões climáticos (*)
	Adoção de boas práticas no trabalho		Automatização das tarefas logísticas
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Molhes / Berços / Sinalização Náutica / Edificações / Equipamentos de içamento / Acesso Viário)	Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo (*)		Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP (*)
			Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
			Contratação de seguros específicos
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Berços / Edificações / Infraestrutura de Armazenamento / Equipamentos de içamento / Transportador Contínuo)	Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos (*)		
	Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários (*)		

INTERAÇÃO: AMEAÇA X INFRAESTRUTURA	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Molhes / Acesso Viário)	Monitoramento periódico de estabilidade / Monitoramento da estrutura	Recolocação de pedras / Uso de tetrápodes	
	Monitoramento do afundamento		
	Monitoramento das correntes	Reforço na altura e peso dos molhes	
	Treinamento / Capacitação de Práticos	Atualização de aspectos construtivos – levando em conta a cota de aumento do nível do mar	
	Modernização dos Sistemas de VTMS		
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Edificações / Infraestrutura de Armazenamento)	Implantação do plano de gerenciamento de inundações	Alteamento das estruturas de abrigo	Implementação de protocolos de evacuação
		Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima (*)	
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Molhes)	Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático (*)		
	Registro de impactos relacionado às ameaças climáticas (*)		
	Estabelecimento de parcerias com estações meteorológicas locais (*)		
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Berços)	Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático (*)	Adequação / reforço das estruturas do berço ao nível do mar	Inclusão de projeções de aumento do nível do mar em futuras concepções de infraestruturas
		Modificação na posição das estruturas	
	Paralisação de atividades durante eventos extremos (*)	Dragagem de manutenção continuada	Atualização diretrizes de projetos de engenharia para atender os novos padrões climático (*)
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Sinalização Náutica)	Implementação de VTMS	Melhoria da qualidade dos acessos ao porto / terminal	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação
		Implementar plano de manutenção de boias	
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Edificações)	Uso de EPI exclusivo para áreas alagada	Proteção das cargas contra inundações	Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
			Contratação de seguros específicos
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Infraestrutura de Armazenamento)	Revisão dos limiares críticos operacionais para equipamentos de movimentação de carga (*)		

INTERAÇÃO: AMEAÇA X INFRAESTRUTURA	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Equipamentos de Içamento)			Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Transportador Contínuo)			Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Acesso Viário)		Diversificação das ligações terrestres para o porto e terminais	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação (*)
		Melhoria da qualidade dos acessos ao porto / terminal	
Chuva forte, Inundação e Ventos S/SO (Acesso Viário / Transportador Contínuo)	Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo (*)	Diversificação das ligações terrestres	Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
	Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos (*)		
	Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários / terceirizados (*)		
	Criação de rede compartilhada de informações (*)		Contratação de seguros específicos
	Fornecimento de planos de emergências aos condutores (*)		
	Definição / Revisão dos limiares críticos (*)		
	Implantação do plano de gerenciamento de inundações		
Chuva forte, Inundação e Ventos S/SO (Transportador Contínuo)			Estudo/Elaboração de mapa de rotas alternativas
Chuva forte, Inundação e Ventos S/SO (Acesso Viário)	Criação de rede compartilhada de informações (*)	Alteamento das vias	
		Adequação das estruturas ao novo padrão climático (*)	
		Melhoria da qualidade dos acessos	
		Implementação de um sistema de alerta para eventos extremos (*)	

6 :: Conclusões e Recomendações

O levantamento de risco climático permitiu ao Porto de Rio Grande conhecer os potenciais riscos climáticos a que está susceptível, bem como identificar medidas de adaptação para tornar o porto mais resiliente frente as alterações climáticas. Dentre as principais mensagens-chaves do estudo, estão:

- Paralisações à operação do Porto de Rio Grande já são observadas devido a eventos climáticos como chuvas, que interrompem o carregamento de Granéis Sólidos e ventos fortes que paralisam a operação dos Contêineres. Como a probabilidade dos eventos envolvendo chuva e vento se mantém alta, é possível que essas paralisações sejam cada vez mais frequentes no futuro;
- As ameaças de maior probabilidade de ocorrência, tanto no período atual quanto no futuro, no Porto de Rio Grande, são Chuva Persistente, Vento Moderado e Vento Quadrante Sul-Sudoeste;
- Em geral, pode-se dizer que, em relação à severidade estrutural e operacional, as interações de grande preocupação envolvem as infraestruturas de Berços, Edificações, Acesso Viário, Equipamentos de Içamento e Transportador Contínuo, que apresentaram importantes níveis de severidade ('moderado' e 'grave'). Os potenciais impactos para essas estruturas são:
 - o **Berços:** podem ficar inacessíveis, gerando restrições na operação de atracação e desatracação de navios, além de eventualmente verificar avarias que necessitam manutenção;
 - o **Edificações:** pode haver entupimentos nos drenos das calhas, deterioração da pintura externa, aumento das infiltrações, problemas no sistema de alvenaria, impactos nos telhados, entre outros;
 - o **Acesso Viário:** risco relacionado à paralisação nas vias em caso de obstruções, em especial, alagamentos;
 - o **Transportador Contínuo:** podem ficar paralisados por períodos longos e demandar manutenção nos roletes, esteiras e no sistema de cobertura da linha;
 - o **Equipamentos de Içamento:** podem ficar paralisados ou sofrer danos com ventos fortes, impedindo o processamento de carga dos navios e, em casos extremos, podem tombar sobre outros equipamentos, infraestruturas e pessoas.
- As ameaças climáticas que resultaram em risco 'médio' foram Chuva Forte, Chuva Persistente, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar. Já o risco 'alto' se deve à interação das infraestruturas com a ameaça Vento Quadrante Sul-Sudoeste. Riscos dessas intensidades podem resultar em altas demandas de manutenção, crescimento de custos e capacidade geral reduzida;
- Somente o risco operacional atingiu nível 'alto' na avaliação dos riscos do Porto de Rio Grande.
- O risco estrutural "leve" ou "médio" para as interações entre as ameaças e estruturas portuárias pode estar relacionado às características construtivas e de operação das infraestruturas e equipamentos que já foram dimensionados para suportar as cargas operacionais dentro de limites de condições climáticas adversas, além de condições de

segurança estabelecidas pelo projetista. No entanto, essa realidade pode estar mudando pouco a pouco, e assim, a adaptação dos equipamentos, máquinas e infraestruturas com tecnologias mais modernas e que resistam melhor às condições de umidade, poderá prevenir paralisações e prejuízos financeiros significativos ao porto;

- Quanto às medidas de adaptação, uma série de ações foram listadas a partir da perspectiva do porto e de seus arrendatários, com o intuito de reduzir os impactos da mudança do clima na operação e nas infraestruturas portuárias. A partir da identificação de medidas de adaptação, é possível gerir os riscos e priorizar ações que podem ser incorporadas na gestão, manutenção e planejamento.

O levantamento das informações necessárias para a condução das análises revelou que o Porto de Rio Grande não dispõe de série histórica de danos estruturais sistematizada e organizada, não havendo, portanto, registros de impactos às infraestruturas e superestruturas. Os dados de paralisações da operação do porto também eram limitados, correspondendo a um curto período de tempo, o que representou uma grande limitação ao estudo. Assim sendo, para estudos futuros, recomenda-se:

- Incluir a causa (climática ou não-climática) no registro de paralisações e danos. Este registro irá aprimorar a identificação e determinação das ameaças climáticas. Recomenda-se ainda que a sistematização do registro seja centralizada na autoridade portuária, mas preenchido por todos os terminais;
- Aprimorar o monitoramento das variáveis meteorológicas e oceanográficas. Dados de estações meteorológicas locais e outras informações climáticas customizadas para a realidade do porto podem auxiliar na identificação, de maneira mais acurada, dos limiares climáticos que causam danos significativos. Este aprimoramento pode ser feito através de parcerias com centros de monitoramento meteorológico (p.ex., Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA) e universidades;
- Incluir outras ameaças climáticas em estudos futuros (p.ex., neblina);
- Criar um Grupo de Trabalho para monitorar os riscos elencados e para planejar a implementação das medidas de adaptação.

Embora os levantamentos de risco possuam incertezas sobre a dimensão dos impactos, isso não deve impedir que o porto faça a gestão dos seus riscos relacionados a eventos climáticos futuros. Importante ressaltar que as medidas elencadas não se esgotam nesse relatório. Sugere-se que a equipe do porto sempre avalie novas tecnologias para minimizar os possíveis impactos de ameaças climáticas. Os custos e riscos da inação ou ação atrasada podem ser mais onerosos do que a adoção de medidas imediatas. Deve-se considerar a necessidade de monitoramento e revisão dos riscos de forma contínua, mesmo daqueles que nesta avaliação são considerados 'baixos' ou 'médios'.

Os riscos levantados auxiliaram no entendimento dos potenciais impactos e consequências decorrentes dos eventos climáticos, permitindo ao Porto de Rio Grande aumentar sua resiliência. A avaliação de risco e a eleição de potenciais medidas de adaptação podem contribuir para a priorização das ações com base em aspectos técnicos.

Bibliografia

ANANDHI, A., FREI, A., PIERSON, D. C., SCHNEIDERMAN, E. M., ZION, M. S., LOUNSBURY, D., & MATONSE, A. H. (2011). **Examination of change factor methodologies for climate change impact assessment**. *Water Resources Research*, 47(3). <https://doi.org/10.1029/2010WR009104>

ANTAQ (2021). **Impactos e Riscos da Variabilidade Climática no Setor Portuário - Entregável P8 – Consolidação dos relatórios da análise de risco do setor portuário costeiro brasileiro às ameaças climáticas**. Disponível em: https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/estudos-e-pesquisas-da-antag-1/Antag_relatoriofinal04.04.22compactado.pdf

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE ITAJAÍ (2020). **Levantamento de risco climático para o porto de Itajaí/SC**. Sumário Executivo. MMA, INPE e GIZ.

BECKER A, NG AKY, MCEVOY D, MULLETT J. (2018). **Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains**. *WIREs Clim Change*. Vol. 9(2) <https://doi.org/10.1002/wcc.508>

ENGINEERS CANADA. (2016). **PIEVC Engineering Protocol for Infrastructure Vulnerability Assessment and Adaptation to a Changing Climate**. PRINCIPLES and GUIDELINES.

IPCC (2021): **Summary for Policymakers**. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S. CONNORS, L.; PEAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J.B.R.; MAYCOCK, T. K., T.; WATERFIELD, YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B.. (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

ISO (2021). **Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment**, 14091:2021, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

PORTO DE RIO GRANDE (2021). **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Rio Grande. Portos RS**. Rio Grande. Disponível em: <https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/zoneamento/10.pdf>

WMO (2021). **Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019)**.

