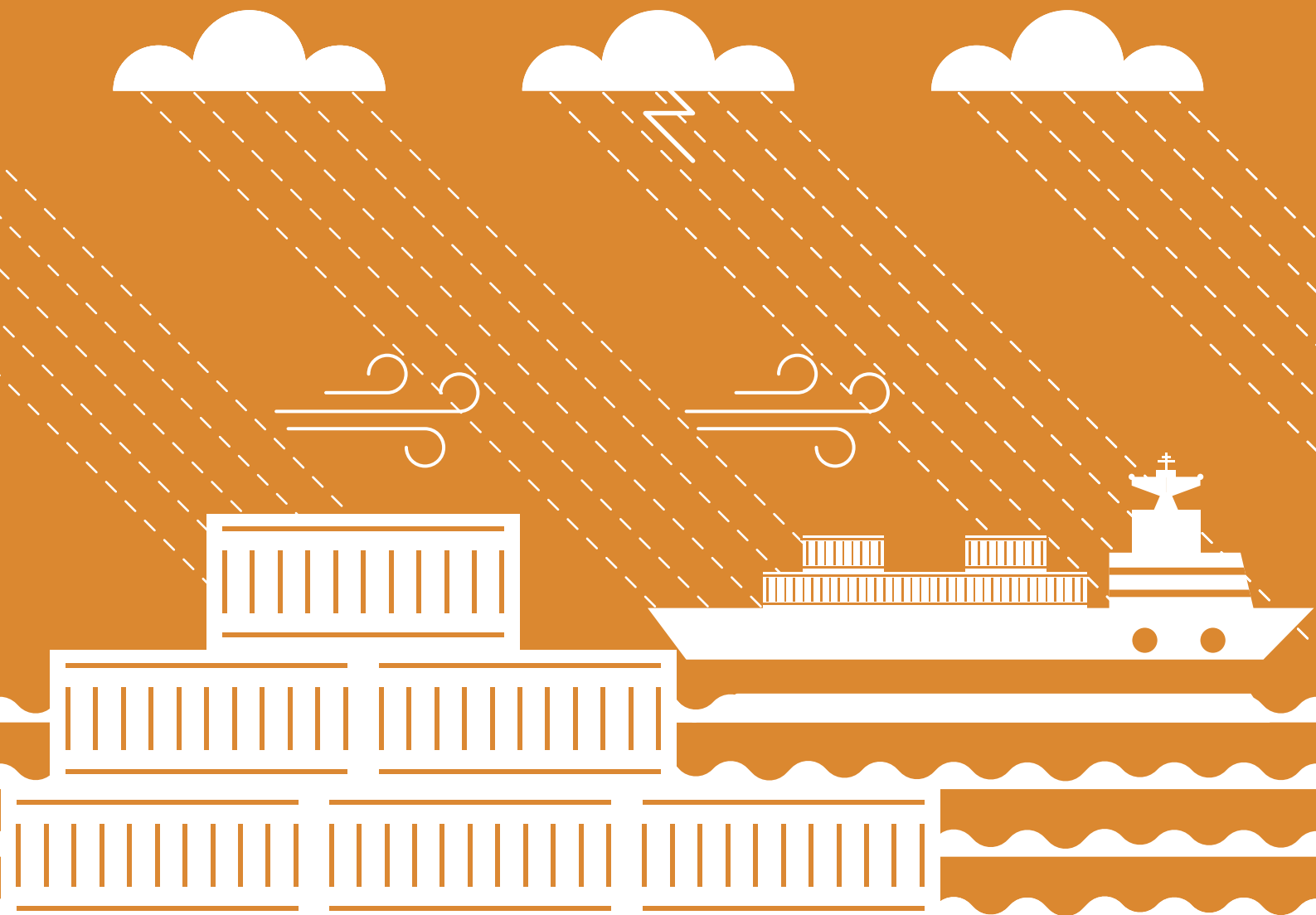




LEVANTAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO PARA **INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS**

**Sumário Executivo
Porto de Rio Grande**

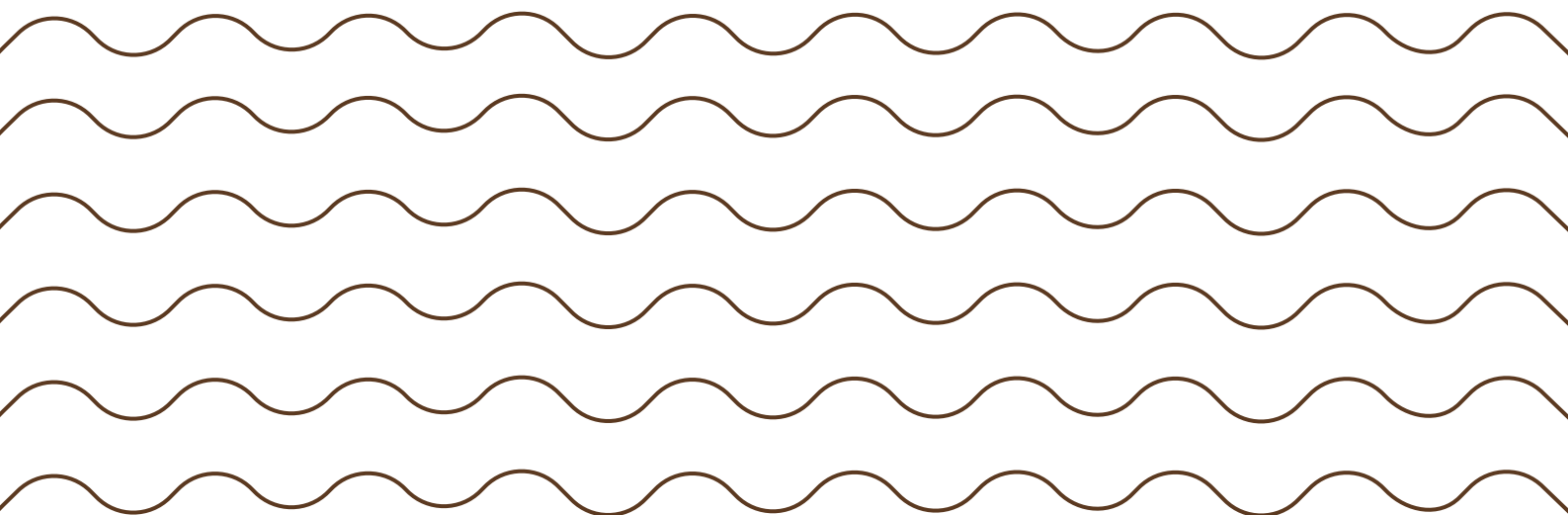
On behalf of:

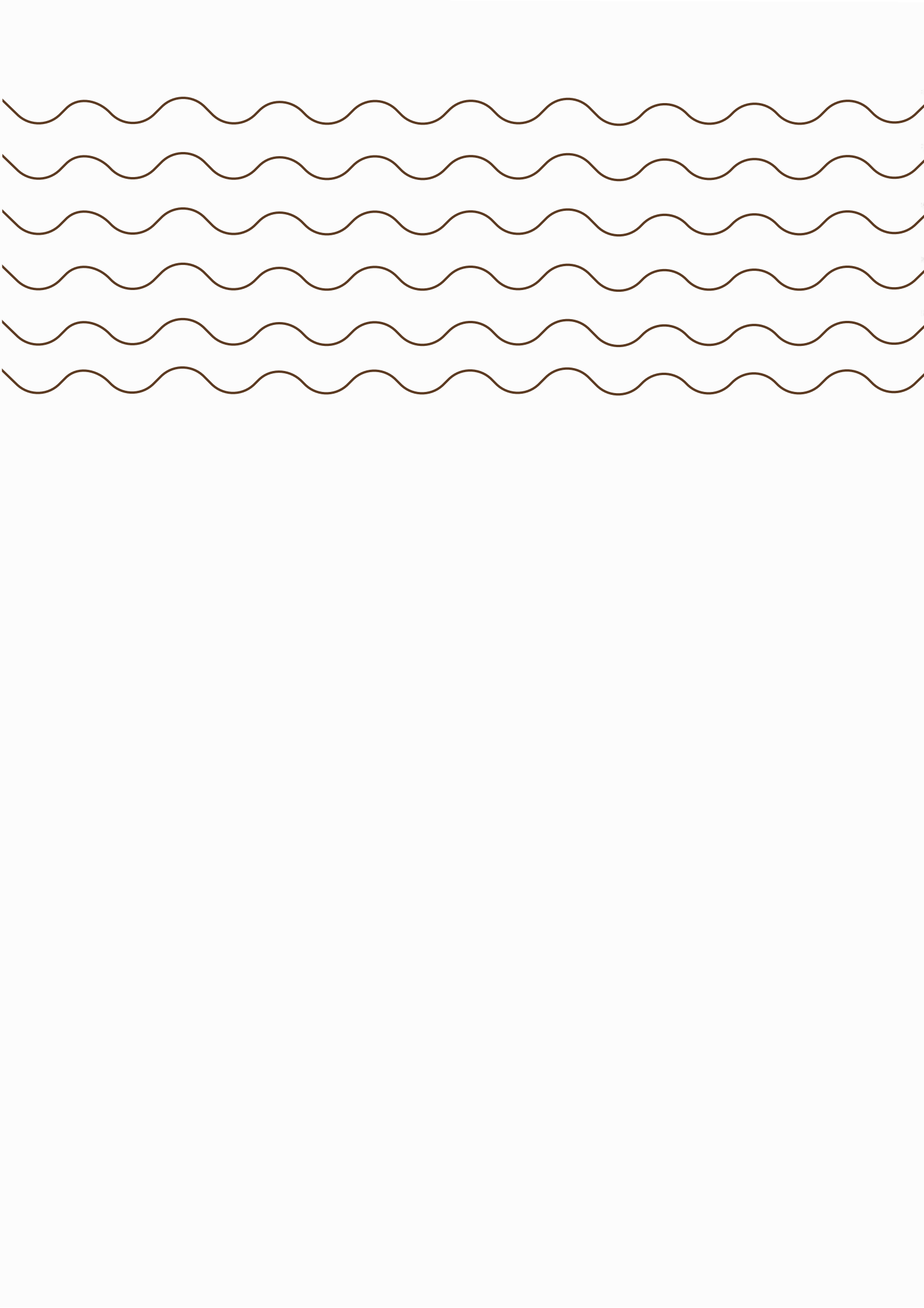


of the Federal Republic of Germany

Relatório Final Porto de Rio Grande

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





FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Cliente	Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)
Projeto	Levantamento de Risco Climático e Proposições de Medidas de Adaptação Para Infraestruturas Portuárias
Tipo de Documento	Relatório Final
Data	09 de junho de 2023
Nome do arquivo	Relatório Final
Confidencialidad	Confidencial
Idioma do documento	Português
Número de páginas	259
Versão	300

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 Zusammenarbeit 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.

EXPEDIENTE

ELABORAÇÃO

I Care by Bearing Point

Leonardo Furquim Werneck

Victor Pires Gonçalves

Rafael José Rorato

Argemiro Teixeira

Camila Rocha

Audrey Gonçalves

EQUIPE TÉCNICA

Agência Nacional de Transportes

Aquaviários (ANTAQ)

José Renato Ribas Fialho - Superintendência de Desempenho, Desenvolvimento e Sustentabilidade (SDS)

José Gonçalves Moreira Neto - Gerência de Desenvolvimento e Estudos (GDE)

Ana Paula Harumi Higa - GDE

Livia Resende Lara - GDE

Uirá Cavalcante Oliveira - Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade (GMS)

Anderson Paz da Silva - GMS

Alessandro Max Barros Bearzi - GMS

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ana Carolina Câmara - Diretora de Projetos

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 (DIIAV-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

DIAGRAMAÇÃO

Daniel Freitas

CONTATOS

ANTAQ

SEPN Quadra 514, Conjunto "E", Edifício ANTAQ, SDS, 3º andar, Brasília - DF

CEP 70760-545

T + 55 61 2029-6764

GIZ

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 Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Defesa do Consumidor (BMUV) da Alemanha

BMUV Bonn:

Robert-Schuman-Platz 3 53175 Bonn, Alemanha

T +49 (0) 228 99 305-0

Diretora de Projetos:

Ana Carolina Câmara

T: +55 61 9 99 89 71 71

T: +55 61 2101 2098

E: ana-carolina.camara@giz.de

Brasília, maio de 2023.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS	45
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	190
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	202
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
APÊNDICES	209

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do Porto de Rio Grande

Figura 2: Zoneamento Portuário do Porto de Rio Grande

Figura 3: Etapas do levantamento de riscos climáticos e medidas de adaptação

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

Figura 5: Reunião realizada ao longo do projeto

Figura 6: Elementos da estrutura de uma cadeia de impacto

Figura 7: Fluxograma dos passos adotados na etapa de levantamento da probabilidade das ameaças climáticas

Figura 8: Planilha utilizada para construção da escala de severidade

Figura 9: Matriz de risco e mapa de cor

Figura 10: Mapa do complexo portuário do Porto do Rio Grande

Figura 11: Carta Náutica do Porto de Rio Grande

Figura 12: Zoneamento Portuário

Figura 13: Porto Novo: Localização, abrigagem da Ilha do Terraplino Leste e Uso do Cais

Figura 14: Histórico da movimentação do Porto do Rio Grande

Figura 15: Cinco maiores mercadorias (carga) em milhões de toneladas para o Porto do Rio Grande

Figura 16: Registro fotográfico da visita técnica ao Porto Novo: A) guindaste portuário com grab para descarga de granéis; B) tremonhas para carregamento rodoviário; C) equipamentos agrícolas para embarque ro-ro; D) escavadeira para apoio operacional; E) vista do cais corrido e cabeços de estaiamento; e F) balança para veículos rodoviários de carga.

Figura 17: Superporto: Localização, Zoneamento Portuário e Terminais/Empresas

Figura 18: Bacias de Evolução e Fundeadouros do Porto de Rio Grande

Figura 19: Sinalização Náutica do Porto de Rio Grande

Figura 20: Histórico de paralisações para os anos de 2015 a 2020

Figura 21: Histórico de paralisações para o ano de 2018

Figura 22: Histórico de paralisações para o ano de 2019

Figura 23: Histórico de paralisações para o primeiro semestre de 2020

Figura 24: Análise de correlação entre a variável Nebulosidade Média – Nuvens Baixas e Paralisações no primeiro semestre de 2020

Figura 25: Análise de correlação entre a variável Velocidade do vento a 10m de altura e Paralisações

no primeiro semestre de 2020

Figura 26: Análise de correlação entre a variável Precipitação e Paralisações no primeiro semestre de 2020.

Figura 27: Análise de correlação entre a variável Nebulosidade Média – Nuvens Baixas e Paralisações no ano 2019.

Figura 28: Análise de correlação entre a variável Velocidade do vento a 10m de altura e Paralisações no ano de 2019.

Figura 29: Análise de correlação entre a variável Precipitação e Paralisações no ano 2019.

Figura 30: Cadeia de impacto para vendavais em função da alteração nos padrões de ventos

Figura 31: Cadeia de impacto para enchentes e inundação fluvial em decorrência de alterações nos regimes pluviométricos

Figura 32: Cadeia de impacto para tempestades

Figura 33: Cadeia de impacto para ressaca

Figura 34: Cadeia de impacto para aumento do nível do mar

Figura 35: Cadeia de impacto para neblina

Figura 36: Anomalia do nível do mar para o período de 1993–2018 na zona do Porto do Rio Grande

Figura 37: Molhes do Porto de Rio Grande

Figura 38: Cabeço, Porto Novo; e Dolphins o berço da Braskem, Superporto

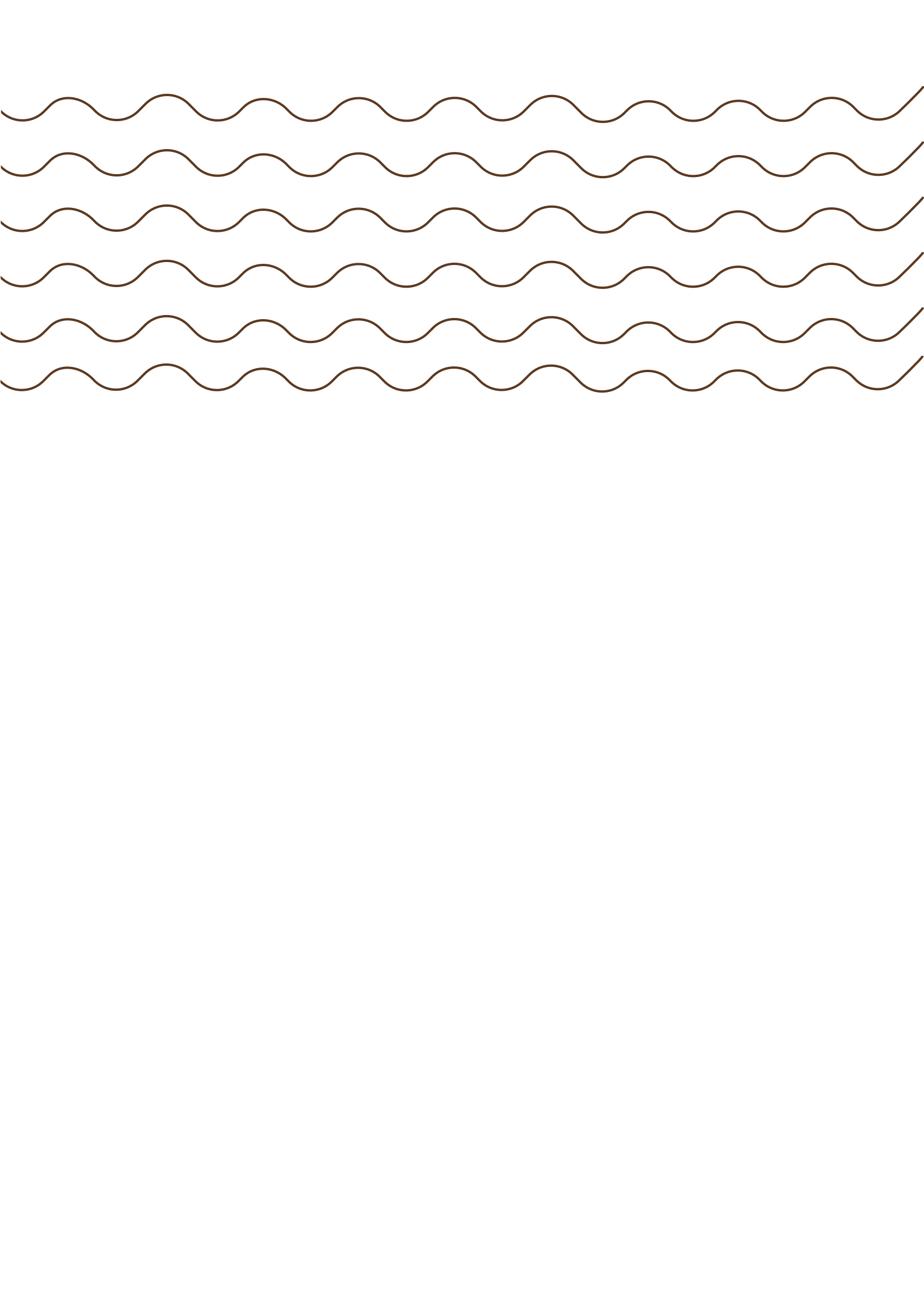
Figura 39: Infraestrutura de suporte ao transportador contínuo: Yara, Superporto

Figura 40: Histograma quantitativo absoluto dos equipamentos sujeitos a impactos climáticos no Porto de Rio Grande, Porto Novo.

Figura 41: Histograma quantitativo absoluto dos equipamentos sujeitos a impactos climáticos no Porto de Rio Grande, Superporto

Figura 42: Equipamentos do Porto Novo: pá-escavadeira, escavadeira com grab, tremonhas, balança rodoviária e guindastes portuários sob pneus

Figura 43: Área inundada (aumento do nível do mar mais ressacas com Tempo de Retorno de 1 ano) para o cenário de altas emissões (SSP5–8.5) para o ano de 2050 para Rio Grande



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 (IPCC, 2021). No desenvolvimento do eixo 1 do presente estudo, 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 paralisações 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 desafios que cada porto possui para levar adiante estratégias de adaptação.

Esse levantamento customizado 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).

1 :: Introdução

Importantes viabilizadores do acesso brasileiro ao mercado internacional, os portos vêm observando, com cada vez mais frequência, os efeitos decorrentes da crise climática global, verificando impactos tanto sobre a operação quanto sobre sua infraestrutura (ANTAQ, 2021a). 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 (FIGUEIREDO et al., 2016; MOSER et al., 2018).

Esses eventos climáticos extremos, mais frequentes devido às alterações climáticas em curso, vêm provocando danos diretos e indiretos na infraestrutura mundial, sendo que as perdas econômicas foram estimadas em 330 bilhões de dólares em 2017. É estimado também que os custos de adaptação para as infraestruturas alcancem entre 150 e 450 bilhões de dólares por ano em 2050 (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME, 2018).

Por isso, dada a necessidade de gerar informações confiáveis para o planejamento dos portos brasileiros, sobretudo em função dos investimentos por meio do Programa de Parcerias de Investimento (PPI) do Governo Federal, a avaliação da probabilidade e severidade dos eventos extremos históricos e futuros nos portos selecionados é uma peça fundamental para o planejamento de ações que poderiam ser adotadas pelo PPI para minimizar os danos no futuro e garantir que os portos brasileiros continuem a impulsionar o crescimento do país.

O Porto de 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). A posição geográfica encontra-se no extremo meridional do mar territorial brasileiro, entre o município catarinense de Imbituba e o arroio Chuí, divisa entre Brasil e Uruguai, onde não há enseadas e abrigos naturais para a acostagem segura de embarcações. Essa ausência de águas abrigadas na costa foi amortizada com a descoberta lagunar e desembocadura oceânica da Lagoa dos Patos.

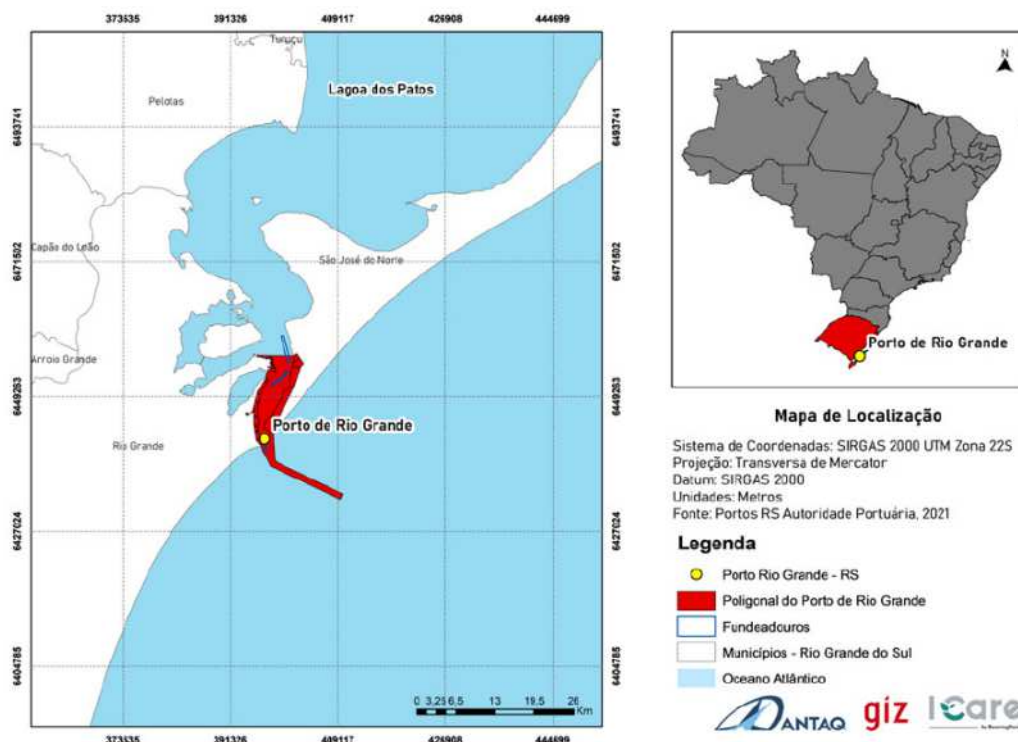
Quanto às cargas processadas, o Porto de Rio Grande reflete o pilar econômico do estado do Rio Grande do Sul, fundamentado em produção agrícola e de industrializados manufaturados. Na operação das embarcações oceânicas as classes de cargas operadas são as Cargas Gerais: (a) Carga Geral Solta; (b) Neogranéis; (c) Contêineres; (d) Granéis Líquidos (óleo de soja, petróleo cru, óleo combustível, óleo diesel etc.); e (e) Granéis Sólidos (trigo, cevada, soja, farelo de soja, milho, fertilizantes etc.). Os fluxos dos processamentos de cargas das embarcações contemplam exportação e importação.

Em operação desde 1915, o Porto do Rio Grande tem grande importância para o desenvolvimento nacional. Em função da sua posição geográfica altamente privilegiada e estratégica, destaca-se por sua produtividade e forte atuação no extremo sul do Brasil.

O Plano Mestre do Rio Grande, realizado em 2013, divide as instalações do porto em quatro zonas (Figura 2), sendo elas: Porto Velho - atualmente inoperante e destinado a atividades turísticas e atividade pesqueira; Porto Novo - onde se encontra o cais público do Porto, cujas principais movimentações são de fertilizantes, celulose, veículos e cargas; Superporto - o seg-

mento mais moderno e com menor interferência da pressão urbana de vizinhança a infraestrutura portuária, onde estão localizados os Terminais de Uso Privativo (TUP) assim como os arrendamentos; e São José do Norte - área potencial de expansão, onde as atividades portuárias ainda não estão desenvolvidas.

Figura 1: Mapa de Localização do Porto de Rio Grande



Fonte: Adaptado de Porto de Rio Grande, 2021

Dada a importância do porto, a avaliação do risco climático e o levantamento de medidas de adaptação para a infraestrutura do Porto de Rio Grande são essenciais para o processo de planejamento, que pode minimizar os impactos frente à mudança do clima.

Figura 2: Zoneamento Portuário do Porto de Rio Grande



Fonte: Adaptado de Porto de Rio Grande, 2021.

Em relação aos impactos históricos, foi constatado, por meio de consultas a bancos de dados, que o porto não possui uma série de dados sobre danos estruturais e operacionais dentro do complexo portuário devido a eventos hidrometeorológicos e oceanográficos. Isso reforça a importância do estudo, que visa ampliar a visão do porto sobre os riscos climáticos.

2 :: OBJETIVOS

O escopo de estudo foi desenvolvido em várias oficinas e reuniões nas quais as definições do projeto foram pactuadas de maneira participativa. O escopo de estudo final compreendeu:

1. Apresentar o Protocolo PIEVC como uma ferramenta de gerenciamento de risco climático para o Porto de Rio Grande;
2. Definir quais infraestruturas portuárias seriam analisadas no âmbito do estudo;
3. Identificar as ameaças climáticas atuais e futuras capazes de causar danos às infraestruturas selecionadas;
4. Levantar os riscos climáticos para as interações entre ameaças-infraestruturas;
5. Identificar possíveis recomendações e medidas de adaptação para a redução de riscos.

3 :: MATERIAIS E MÉTODOS

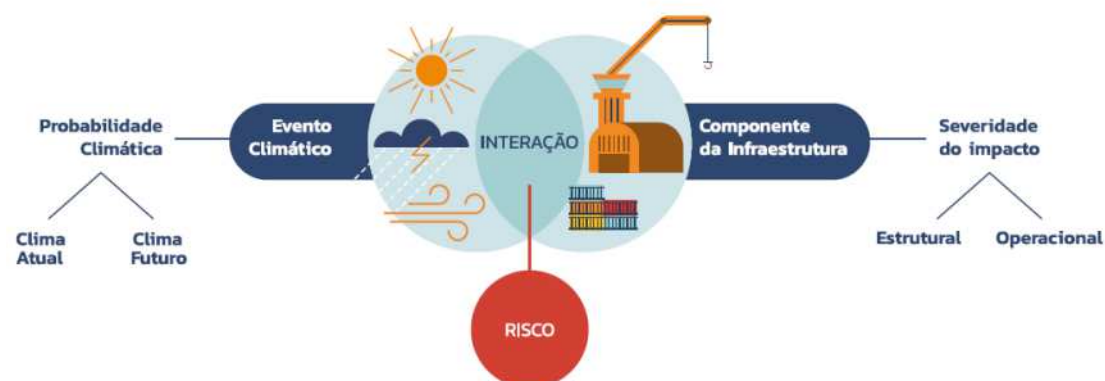
3.1. Protocolo PIEVC

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 informações que auxiliam proprietários e operadores a avaliarem as condições de vulnerabilidade dos seus ativos 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 1.

Figura 3: Etapas do levantamento de riscos climáticos e medidas de adaptação

O levantamento do risco, etapa principal do estudo, é alcançado por meio da interação de informações de probabilidade e severidade (Figura 2).

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

Fonte: Autoridade Portuária de Itajaí, 2020

A seguir, a estrutura metodológica é detalhada para melhor entendimento.

3.1.1. Passo 1: Definição do Projeto

No primeiro passo, deve ser estabelecido um grupo interno de trabalho competente para o desenvolvimento do levantamento de risco climático, o qual deve ser composto por um coordenador geral do estudo e uma equipe interdisciplinar cujas experiências e competências estejam ligadas aos tópicos de relevância para este estudo. Além disso, deve-se definir as infraestruturas que serão avaliadas e atributos chaves como localização, condições gerais, problemas conhecidos, entre outros.

É importante criar uma aproximação com as partes interessadas para ganhar confiança e identificar os atores e técnicos relevantes para o desenvolvimento do estudo. Entrevistas ajudam a conhecer os pontos focais e auxiliam na identificação de possíveis vulnerabilidades climáticas. Visitas técnicas também são recomendadas para o desenvolvimento do estudo.

Este passo serve para restringir o foco do estudo e permitir processos eficientes de coleta de dados e levantamento de vulnerabilidades.

3.1.2. Passo 2: Coleta de Dados

O segundo passo está relacionado à coleta das informações relacionadas aos impactos causados por eventos climáticos extremos na infraestrutura e operação dos portos, uma das etapas mais importantes na condução de um levantamento de risco climático. Para entender melhor os impactos de eventos climáticos, a equipe técnica responsável pela condução do levantamento de risco poderá construir uma cadeia de impacto, ou cadeia de causa-efeito. Uma cadeia de impacto é uma ferramenta analítica que ajuda a entender melhor, sistematizar e priorizar os fatores que impulsionam o risco em um sistema (GIZ EURAC & UNU-EHS, 2018).

Essas informações apoiarão a identificação dos limiares climáticos, juntamente com informações relacionadas às práticas de operação e manutenção (normas regulamentadoras, procedimentos, diretrizes, código de prática, entre outros). A definição dos limiares é importante para o processo de levantamento da frequência de ocorrência das ameaças climáticas, que servirá de base para a definição das escalas e das pontuações de probabilidade.

Após a definição dos limiares, deve-se obter e processar os dados hidrometeorológicos para o período histórico e projetá-los no futuro através de modelos de clima associados a diferentes cenários de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Nesta etapa, também deve-se realizar o levantamento dos ativos portuários, bem como número e detalhes dos componentes físicos das infraestruturas, localizações, considerações técnicas e de engenharia, tempo de existência, condição física, dentre outros.

3.1.3. Passo 3: Fundamentação dos Riscos

No passo 3 são estabelecidas quais infraestruturas e componentes são afetados por eventos climáticos. De acordo com o Protocolo PIEVC, para se estabelecer o risco climático, é necessá-

ria a definição da probabilidade de ocorrência do evento e a severidade com que esse evento impacta a infraestrutura:

- Classificação de probabilidade: classificação que representa a probabilidade de ocorrência de um evento climático acima do limite identificado como potencialmente danoso, para a operação ou para a infraestrutura, podendo variar de 1 (quase nunca) até 5 (muito frequentemente);
- Classificação de severidade: classificação dos impactos nos componentes da infraestrutura se o evento climático ocorrer, variando de 1 (impacto leve) até 5 (impacto catastrófico).

Os riscos devem ser avaliados sobre as condições climáticas históricas para estabelecer uma linha de base (baseline) e para o período futuros, considerando futuras mudanças no clima (projeções). Se possível, deve-se considerar também as condições projetadas da própria infraestrutura.

Na aplicação do protocolo PIEVC, o processo de avaliação não requer que todas as interações sejam objeto de maiores detalhamentos. As infraestruturas que não tiverem interação com um evento climático, não deverão ter o risco climático calculado. Outras interações entre ameaças e infraestruturas poderão ser identificadas como de alto risco e precisarão de ação imediata.

As interações que não apresentam uma clara resposta relacionada à vulnerabilidade poderão estar sujeitas a uma análise mais detalhada, podendo passar por uma análise de Engenharia (opcional).

3.1.3.1 Análise de Engenharia (opcional)

Esta etapa visa avaliações adicionais e estudos que normalmente incluiriam análises mais aprofundadas como, por exemplo:

1. Interações que requerem dados adicionais que não podem ser adquiridos dentro do cronograma da avaliação de risco atual;
2. Avaliação de eventos climáticos que contribuem especificamente para um risco elevado da infraestrutura, na qual o profissional e/ou o proprietário da infraestrutura determinam que uma melhor compreensão dos fatores que contribuem para o evento pode ajudar a resolver os riscos identificados;
3. Áreas nas quais padrões de risco identificados poderiam ser resolvidos através do desenvolvimento ou adaptação de códigos, normas, diretrizes, procedimentos, etc.;
4. Interações de Casos Especiais, que requerem melhor definição e que não podem ser resolvidas dentro do orçamento e/ou do cronograma da presente avaliação;
5. Outras questões consideradas apropriadas pela equipe.

3.1.4. Passo 4: Medidas de Adaptação

Após identificar as infraestruturas sob maior risco climático, deve-se levantar e priorizar medidas de adaptação tendo em vista que os recursos disponíveis podem ser limitados. De maneira geral, todas as informações construídas nas etapas anteriores serão capazes de promover uma visão sistêmica da direção dos impactos da mudança do clima e apoiar, juntamente com outros elementos, as decisões de gestão estratégicas.

O processo de levantamento de possíveis medidas passíveis de serem implementadas no porto deve ser realizado com os técnicos portuários dos terminais, com a Autoridade Portuária, com a Praticagem e com outros atores-chave para combinar diferentes conhecimentos, experiências e habilidades profissionais.

As medidas de adaptação devem ser detalhadas em função de uma série de parâmetros, como:

- Infraestrutura;
- Ameaça climática;
- Nível de Risco;
- Viabilidade técnica da medida de adaptação;
- Responsáveis pela condução da medida de adaptação;
- Prazos de execução;
- Benefícios da adaptação sugerida;
- Complexidade;
- Urgência;
- Responsáveis pela execução da ação;
- Outros atores-chaves potencialmente envolvidos;
- Custos preliminares; e
- Caráter da medida (estrutural, gerencial etc.).

Além de medidas estruturais e não estruturais, deve-se buscar classificar ou apontar medidas consideradas como “de não arrependimento”. Elas referem-se a decisões que têm benefícios líquidos sobre toda a gama de climas futuros previstos e impactos associados (CALLAWAY E HELLMUTH, 2007; HELTBERG et al., 2009), tais como sistemas de previsão e alerta, uso de informações climáticas ou intervenções para garantir informações atualizadas para projetos de engenharia.

3.1.5. Passo 5: Conclusões e Recomendações

Os resultados dos passos anteriores são utilizados para prover recomendações para gestão dos riscos que geralmente podem ser definidas em cinco categorias principais:

- Não é necessária nenhuma ação adicional;
- Ações corretivas necessárias para mitigar riscos de performance na infraestrutura, tipicamente melhorias e soluções de engenharia;
- Ações administrativas requeridas para ajustar mudanças na performance da infraestrutura, por exemplo, modificar procedimentos de operações e manutenção devido a variações nos padrões de precipitação no inverno;

- Monitoramento das atividades, por exemplo, a performance da infraestrutura ou análise de dados climáticos para validar projeções;
- Trabalho adicional requerido para preencher lacunas de disponibilidade e qualidade de dados.

3.2. Levantamento do Histórico de Impactos associados ao Clima

3.2.1. Objetivos específicos

Esta etapa tem por objetivo principal realizar um levantamento sobre os impactos do clima sobre as estruturas do Porto de Rio Grande (RS), avaliando a interligação entre variáveis climáticas e possíveis impactos dentro do complexo portuário. São esperados nesta parte do projeto os seguintes resultados:

- Histórico de danos e prejuízos associados a fatores climáticos (ocorrências, infraestrutura, causas e datas)
- Lista de variáveis climáticas;
- Lista de infraestruturas e superestruturas de interesse; e
- Cadeia de impacto para cada tipo de impacto.

As perguntas norteadoras que embasaram esta etapa são:

- “Quais são os impactos (danos e prejuízos) que cada porto tem sofrido devido aos eventos climáticos?”;
- “Quando ocorreram estes impactos?”;
- “Quais foram as variáveis hidrometeorológicas e/ou oceanográficas que causaram o impacto?”;
- “Quais são as infraestruturas e superestruturas de interesse?”;
- “Quais são as variáveis climáticas que afetam cada elemento da infraestrutura e da superestrutura?”;
- “Qual é a relação de causa-efeito entre as ameaças climáticas e seus possíveis impactos?”.

3.2.2. Caracterização do Porto

A caracterização do Porto levou em consideração a análise dos principais documentos de planejamento e gestão do porto, como o Plano de Desenvolvimento de Zoneamento. Além disso, também foram verificadas algumas informações complementares no site da autoridade portuária.

O processo de aplicação da metodologia PIEVC foi estruturado a partir de uma visita técnica ao porto realizada no dia 13 de setembro de 2021 e através de diversas oficinas e reuniões ao longo de 2021 e 2022 com Autoridade Portuária e representantes dos terminais. Participaram desta parceria também a equipe de meteorologistas do INPE.

Figura 5: Reunião realizada ao longo do projeto

Para o inventário de infraestruturas, foram consultados e analisados documentos oficiais do zoneamento portuário, como o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto de Rio Grande (PORTO DE RIO GRANDE, 2021). Também foram realizadas observações na visita técnica e questionamentos aos agentes da Autoridade Portuária para confirmação das informações. Dentre as infraestruturas avaliadas estão: Canal Externo, Canal Interno, Bacia de Evolução, Sinalização Náutica, Berços, Edificações, Molhes, Infraestrutura de Armazenamento, Equipamentos de Içamento, Empilhadeiras, Transportador Contínuo e Acesso Viário.

3.2.3. Histórico de impactos associados ao clima

O histórico de impactos associados ao clima foi feito a partir do levantamento, realizado pela Autoridade Portuária, das paralisações ocorridas entre o ano de 2015 e 2020 no Porto de Rio Grande. Adicionalmente, foi realizada uma reunião com Autoridade Portuária e a Praticagem do Porto, com o objetivo de obter, através de relatos, novas informações sobre danos de ordem operacional e estrutural.

Também foi feita uma pesquisa de publicações em portais de notícias com o intuito de obter mais informações sobre eventuais impactos associados a ameaças climáticas no Porto. Uma vez realizada, essa análise por clipping (recorte de notícias) serviu para compor as cadeias de impacto na primeira etapa e para identificar indicadores climáticos na etapa seguinte.

As ameaças climáticas prioritárias para o Porto de Rio Grande foram definidas a partir de entrevistas com técnicos da Autoridade Portuária, do histórico de impactos associados ao clima para o porto, e do cruzamento de dados de paralisação da operação (que cobrem o período

entre os anos 2015 e 2020) com dados históricos de eventos climáticos. As principais ameaças destacadas para o porto de Rio Grande foram: vendavais, enchentes e inundação fluvial, ressaca, aumento do nível do mar e neblina.

Durante entrevistas realizadas com técnicos portuários, foram relatadas interrupções da navegação no canal de acesso devido a condições extremas de vento ou de maré, carregamento de granéis sólidos interrompido por chuvas persistentes e operação de containers paralisada em eventos de rajada de vento.

Não foram relatados grandes eventos causadores de danos. Há indícios de apenas de dois eventos importantes nos últimos anos, a soltura de navio que colidiu com cais próximo à TER-MAG e o colapso de armazém devido a fortes ventos em 2009.

Adicionalmente, para definição dos limiares climáticos, foram utilizadas informações da literatura e de normas e legislações pertinentes aos portos.

3.2.4. Identificação da relação entre ameaças climáticas e impactos observados

Para responder às perguntas norteadoras, foi realizada uma visita técnica ao Porto de Rio Grande no dia 13 de setembro de 2021. Foi feita uma reunião com um representante da ANTAQ, da Autoridade Portuária, da Praticagem da Barra do Rio Grande (RG Pilots), da Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul e outros atores-chaves. Adicionalmente foi realizada uma visita técnica a alguns terminais portuários (Yara Fertilizantes, Brasken e TECON RIO GRANDE) e, com isso, foi possível avaliar, de maneira abrangente, as principais ameaças que o porto vem observando ao longo dos anos. As principais ameaças ao porto destacadas no ranqueamento da fase anterior (ANTAQ, 2021) também foram revalidadas junto aos atores-chave do porto.

Adicionalmente, foram requisitados dados de danos estruturais e paralisação das operações à autoridade portuária e alguns de seus terminais. O porto não identificou nenhum registro de data de ocorrência de dano estrutural, mas enviou dados históricos de paralisações com data de ocorrência entre os anos 2015 e 2020. Esses dados ajudaram a responder quais são os impactos (danos e prejuízos) que cada porto tem sofrido devido aos eventos climáticos.

Como o registro histórico encaminhado pelo porto não indicava o motivo de cada paralisação, os dados precisaram ser cruzados com os dados climatológicos obtidos através das estações convencionais citadas abaixo para que pudesse ser realizada uma correlação entre as paralisações e suas potenciais causas.

- Estação convencional do INMET – Código: 03252020
 - Período: 1961 a 1998
 - Localização: Rio Grande
- Estação convencional do INMET – Código: 83995
 - Período: 1998 a 2015
 - Localização: Rio Grande

- Estação automática do INMET – Código: A802
 - Período: 2015 a 2021
 - Localização: Rio Grande

Em consequência da ausência de dados climáticos para algumas datas, seja em função de falhas de medição ou inoperância das estações para algumas datas, foi realizado um preenchimento de parte dos dados. O preenchimento foi realizado em uma pequena parcela dos dados, de modo a não comprometer a consistência da análise com dados simulados. Ressalta-se que o preenchimento dos dados faltantes considera, entre outros critérios, a necessidade de concordância dos dados modelados com os dados observados. Com o cruzamento das informações, foi possível definir quando os impactos aconteceram e quais as variáveis hidrometeorológicas e/ou oceanográficas que causaram o impacto.

Com o cruzamento das informações, foi possível definir quando os impactos aconteceram e quais as variáveis hidrometeorológicas e/ou oceanográficas que causaram o impacto.

Já através das trocas realizadas durante a visita técnica e por meio da análise do Plano Mestre do Porto de Rio Grande (Secretaria de Portos da Presidência da República, 2013) e do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ), foi possível determinar quais variáveis climáticas afetam cada infraestrutura ou superestrutura presente na área portuária. Com isso, determinou-se, através de relações de causa e efeito descritos na literatura e com base nas trocas com os atores-chaves do porto, os impactos associados a cada ameaça climática às estruturas do porto. Todos os resultados foram validados em reunião com atores-chave do Porto do Rio Grande.

Em razão da falta de registro das causas de paralisações e com o intuito de se identificar as ameaças climáticas associadas aos eventos de paralisação, foi realizada uma análise estatística comparativa de correlação por meio do Teste de Spearman. O uso do teste está bem sustentado na literatura da área, sendo utilizado em substituição ao coeficiente de correlação de Pearson (r) nos casos em que a binormalidade dos dados não ocorre e ainda em situações envolvendo poucos pares de dados.

Este teste de correlação é um método não paramétrico que mensura o nível de intensidade correlativa entre variáveis pelo intervalo de valores de -1 a 1, quanto mais próximo de um dos extremos está o valor, maior é a possibilidade de se inferir a força de associabilidade entre variáveis (SIEGEL, 1975). É importante ressaltar que a correlação não necessariamente implica em causalidade. Esse fator apenas pode ser totalmente elucidado a partir da definição de limiares, que serão apresentados na segunda etapa.

Para isso, portanto, foi feita uma análise de correlação entre as variáveis de “Nebulosidade – nuvens baixas”, “Velocidade do vento a 10m de altura” e “Precipitação” para 2019 e o primeiro semestre de 2020. A escolha destes períodos se deu em razão de possuírem maior completude e robustez de dados dentro da série histórica disponível. As variáveis foram definidas em função das cadeias de impacto e das trocas com atores-chaves do porto, além da disponibilidade de informação.

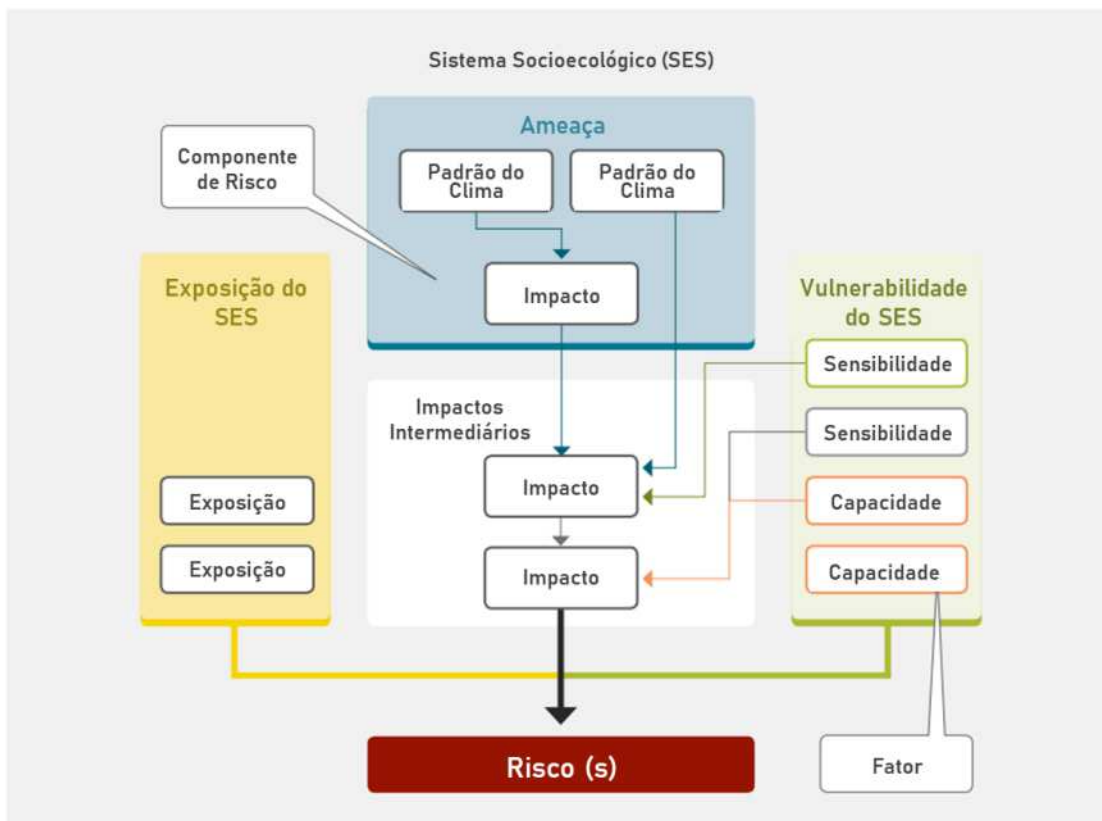
3.2.5. Cadeias de Impacto

Considerando as características das infraestruturas e superestruturas do Porto de Rio Grande e conhecendo as ameaças prioritárias identificadas pelos técnicos da Autoridade Portuária, construiu-se uma série de cadeias de impacto que apoiam a identificação dos impactos climáticos e dos fatores de exposição e vulnerabilidade.

Uma cadeia de impacto, ou cadeia de causa-efeito, é uma ferramenta analítica que ajuda a entender melhor, sistematizar e priorizar os fatores que impulsionam o risco em um sistema (GIZ EURAC & UNU-EHS, 2018). As cadeias de impacto sempre têm uma estrutura semelhante: um sinal climático (por exemplo, uma forte chuva) pode levar a um impacto físico direto, causando uma sequência de impactos intermediários, que, devido à vulnerabilidade dos elementos expostos, levam a um risco (ou riscos múltiplos). São geralmente compostas por componentes de risco (ameaça, exposição, vulnerabilidade) e fatores subjacentes para cada um deles, assim como exemplificado pela Figura 4.

A estrutura da cadeia de impacto foi desenvolvida de acordo com a abordagem do Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC, que é baseada na compreensão do risco e seus componentes.

Figura 6: Elementos da estrutura de uma cadeia de impacto



Fonte: GIZ, EURAC & UNU-EHS, 2018

A construção das cadeias de impacto dos portos foi dividida por tipo de ameaça e foram considerados os impactos operacionais e de infraestrutura. Os riscos avaliados foram estabelecidos

após consulta com os representantes dos portos, durante visita técnica realizada no dia 13 de setembro de 2021. Os impactos intermediários, vulnerabilidade e elementos de exposição foram definidos com os apontamentos da visita e com elementos encontrados na bibliografia, considerando as características biofísicas e operacionais dos portos.

3.2.6. Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas

Com base nas trocas realizadas com os atores-chaves do Porto do Rio Grande durante a visita técnica, nos elementos destacados nas cadeias de impacto e na identificação e priorização das ameaças climáticas, construiu-se uma tabela de relação entre as infraestruturas de interesse e impactos associados ao clima.

Em seguida, disponibilizou-se ao Porto um conjunto de tabelas contendo uma lista de relação de danos e ameaças climáticas. Na ocasião, os técnicos do porto definiram os danos adicionais, validaram os dados pré-dispostos pela tabela e contribuíram com comentários para incrementar novas informações ao estudo.

3.3. Levantamento da Probabilidade das Ameaças Climáticas

3.3.1. Objetivos específicos

Esta etapa tem por objetivo realizar um levantamento da probabilidade de ocorrência e os limiares de ameaças climáticas que acometem o Porto Organizado de Santos (SP).

Define-se como limiares as estimativas de cada variável climática que, uma vez ultrapassadas, poderão causar danos e/ou prejuízos às atividades portuárias e suas infraestruturas. Nessa parte, é importante ressaltar que os dados são extremamente significativos para o estudo, uma vez que ajudam na determinação da probabilidade de danos por eventos. Para esta etapa são esperados:

- Lista de ameaças climáticas (variáveis e limiares);
- Escala de probabilidade ;
- Pontuações de probabilidade atual;
- Pontuações de probabilidade futura; e
- Descrição e definição do nível de confiança das informações climáticas.

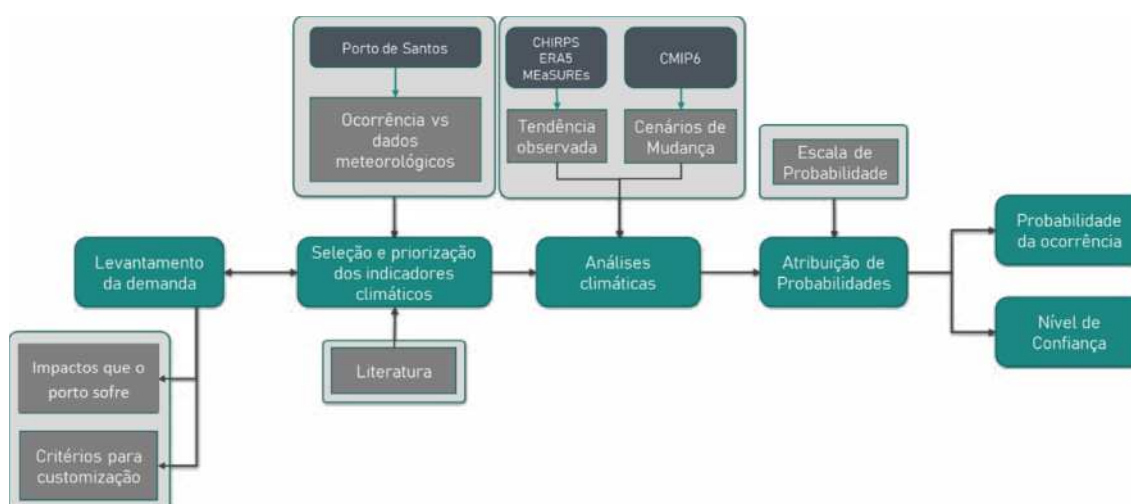
As perguntas norteadoras que embasaram o estudo desta etapa são apresentadas a seguir:

- “Com base nos dados observacionais, a frequência das ameaças climáticas está aumentando/diminuindo?”;
- “Com base nos modelos de clima e indicadores customizados, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?”;
- “Qual é o nível de concordância (%) entre as projeções dos modelos de clima quanto ao sinal de mudança?”; e
- “Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada

no clima atual?”.

O fluxo de atividades dessa etapa é ilustrado através da Figura 5

Figura 7: Fluxograma dos passos adotados na etapa de levantamento da probabilidade das ameaças climáticas



3.3.2. Demanda por informações climáticas

3.3.2.1. Impactos que o porto sofre

Os impactos estruturais e operacionais que o porto sofre foram relatados na Seção 3.2.3. Em relação aos impactos estruturais, não foram identificados relatórios ou registros de ocorrência e causa. Por outro lado, algumas informações sobre impactos climáticos sobre a operação foram enviadas pelo porto. Os dados de paralisações cobrem o período do segundo semestre de 2019 e o primeiro semestre de 2021. No entanto, as informações obtidas não informam as intempéries climáticas que causaram cada paralisação e, por isso, foi necessário avaliar, através de uma análise de correlação, quais as ameaças climáticas poderiam estar envolvidas. Na etapa 1, essas informações ajudaram a responder quais são os impactos que o porto tem sofrido devido aos eventos climáticos.

Em Rio Grande foram relatadas paralisações relevantes ao porto. As motivações delas foram, em sua maioria, devido a ocorrência de ventos fortes. O principal efeito associado a essa ameaça climática foi a interrupção da navegação do canal de acesso. De forma mais genérica, as chuvas paralisam o embarque e desembarque de granéis sólidos.

Essas informações apoiaram a identificação dos indicadores climáticos e a resposta das perguntas norteadoras dessa etapa.

3.3.2.2. Critérios para customização das informações climáticas

A fim de responder as perguntas norteadoras, foram estabelecidos critérios para customização das informações climáticas a partir dos princípios do Guidebook on Climate Scenarios (CHAR-
RON, 2016). Esses princípios são abordados em seis perguntas norteadoras, sendo elas:

- Qual o propósito da informação climática?
- Quantos dados o usuário é capaz de processar?
- Quais são as variáveis climáticas de interesse?
- Qual é a resolução temporal e espacial requisitada?
- Sobre quais escalas temporais e espaciais a informação deve ser obtida?
- Quais são as estatísticas climáticas de interesse?

Os princípios ajudaram no cálculo dos cenários de mudança do clima, na definição da escala de probabilidade e, consequentemente, na resposta das perguntas norteadoras dessa etapa.

Os critérios considerados para a customização das informações climáticas são: escala espacial, escala temporal, período de referência, horizonte temporal, cenários de emissões, e nível de concordância entre os modelos. As especificações e justificativas encontram-se resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo das informações utilizadas para definir os critérios a customização climática.

Critério	Escolha	Justificativ
Escala espacial	Local. Coordenadas: 32° 07' 20" S 52° 05' 35" O	Refere-se à área do Porto do Rio Grande.
Escala temporal	Anual	As atividades portuárias, em geral, não são influenciadas por alterações sazonais.
Período de referência	1981-2000	Se baseia nos marcos temporais da legislação de modernização dos portos, neste caso, o período subsequente à Lei dos Portos (BRASIL, 1993) ¹ .
Horizonte temporal	Curto Prazo: 2021-2040 Médio Prazo: 2041-2060 Longo Prazo: 2081-2100	Horizonte acordado com o Porto do Rio Grande, onde levou-se em consideração o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) e o Plano Mestre do porto.

Cenários de emissões de gases do efeito estufa	SSP2-4.5: Meio do caminho. Cenário intermediário de emissões de GEE. O desenvolvimento e o crescimento da renda prosseguem de forma desigual, com alguns países fazendo progressos relativamente bons, enquanto outros ficam aquém das expectativas. Emissões de GEE em torno dos níveis atuais até 2050, depois cair, mas não atingindo zero líquido em 2100. O cenário SSP2-4.5 é semelhante ao cenário RCP 4.5 do CMIP5 (O'NEILL et al., 2014); SSP5-8.5: Desenvolvimento baseado em combustíveis Fósseis. Cenário de alta emissão de GEE, sem política climática adicional, com a temperatura no fim do século entre 3,3 e 5,7°C. Semelhante ao cenário RCP 8.5 do CMIP5. Considera um desenvolvimento baseado em combustíveis fósseis (O'NEILL et al., 2014).	O cenário SSP2-4.5 do <i>Coupled Model Intercomparison Project Phase 6</i> (CMIP6) é o cenário mais provável tendo em vista as atuais políticas globais de redução de emissões, e o cenário SSP5-8.5 é o mais pessimista (SCHWALM et al., 2020). Esses cenários estão em linha com os trabalhos e escolhas do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima PNA (MMA, 2016), dada a correspondência dos modelos do CMIP6 com os modelos do CMIP5.
Nível de concordância entre os modelos	66,7% ou 2/3 dos modelos	Decisão metodológica dos especialistas em clima baseados em relatórios do IPCC que utilizam 2/3 dos modelos para determinar o nível de confiança.

Fonte: elaboração própria.

3.3.3. Critérios para a seleção e priorização dos indicadores de ameaça

climática

A seleção e priorização dos indicadores de ameaça climática foram feitas com base em duas fontes: a literatura e a análise de ocorrência de impacto vs. dados meteorológicos.

3.3.3.1. Literatura

O primeiro passo para a definição dos indicadores climáticos foi a revisão bibliográfica acerca dos indicadores climáticos que possuem relação as ameaças climáticas avaliadas na etapa de levantamento do histórico de impactos. Foram avaliados indicadores que possuíam relação com ventos, chuva, temperatura, nível do mar, ressacas e nebulosidade.

Adicionalmente, foram avaliadas uma série de normas e legislações pertinentes aos portos, e que ajudam a definir os limiares climáticos para segurança operacional e estrutural de alguns equipamentos.

3.3.3.2. Ocorrência de impactos vs. dados meteorológicos

Ainda com o objetivo de definir os indicadores climáticos a serem utilizados na avaliação da probabilidade, foi utilizada a análise das ocorrências de impactos associadas a eventos climáticos listados na Seção 3.2. Portanto, as informações do cruzamento dos dados de paralisações com os dados climáticos observados também foram levadas em consideração. Os dados de paralisações foram obtidos através da série histórica fornecida pelo Porto de Rio Grande e

os dados do clima foram obtidos através das estações hidrometeorológicas próximas à região portuária. Os detalhes dessa avaliação encontram-se na Seção 3.2. Adicionalmente, com base nesse cruzamento de informações, foi realizada uma análise de causalidade de Granger (GRANGER, 1969), que apoiou a sugestão dos indicadores. O Apêndice B descreve com mais detalhes os resultados do teste de causalidade.

3.3.3.3. Indicadores de ameaça climática selecionados

Primeiramente, verificou-se na literatura os impactos e os limiares críticos que culminavam na ocorrência danos às operações e estruturas. Em seguida, por meio de uma análise conjunta com os técnicos da GIZ, os indicadores climáticos foram definidos com base na premissa de que os resultados pudessem traduzir a probabilidade de eventos no Porto de Santos. Essa construção se deu a partir de um viés conservador, considerando a sensibilidade dos modelos aplicados. Os indicadores selecionados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Indicadores climáticos relevantes para o Porto de Rio Grande

IMPACTOS	AMEAÇA	INDICADORES SUGERIDOS	REFERÊNCIA
Paralisações devido aos ventos fracos	> 6 nós (31,5 km/h)	Nº de dias no ano com Intensidade do vento > 3,0 m/s (5,8 nós)	Elementos encontrados nos APÊNDICE A e B, sendo que a decisão foi baseada na disponibilidade limitada de dados e na aderência ao método PIEVC
Paralisações devido aos ventos moderados	> 30 nós (55,6 km/h)	Nº de dias no ano com Intensidade do vento > 7,0 m/s (13,6 nós)	
Danos estruturais devido aos ventos fortes	> 37,8 (70,0 km/h)	Nº de dias no ano com Intensidade do vento > 10,0 m/s (19,4 nós)	
Paralisações devido a ventos Quadrante Sul-Sudoeste	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Nº dia no ano com vento no quadrante Sul-Sudoeste	
Paralisações devido às chuvas intensas	10 mm	10 mm	Elementos encontrados nos APÊNDICE A e B
Paralisações devido às chuvas persistentes	N/A	Nº de dias no ano com intensidade de precipitação > 1 mm	Marengo et al, 2021
Inundações costeiras	0,2 m	Ressacas anuais que ultrapassam 0,2 m	Decisão baseada na disponibilidade limitada de dados e na aderência ao método PIEVC

Fonte: elaboração própria

É importante ressaltar que, devido a resolução espacial dos dados, os indicadores utilizados podem não representar exatamente os valores observados na escala local e por isso precisam ser interpretados com cautela. Isso se dá pelo fato de os dados de clima estarem em uma re-

solução espacial grosseira (p.ex., 50x50 km), o que acaba suavizando valores extremos, como aqueles observados na escala local. Ainda, os limiares definidos aqui consideram toda a zona portuária, não distinguindo os espaços quanto ao perfil de carga ou posição geográfica devido à ausência de dados que poderiam subsidiar as análises pertinentes. Isto é, ultrapassar os limiares climáticos pode representar a possibilidade de ocorrência de danos estruturais ou operacionais em qualquer ponto do porto.

3.3.4. Base de dados

3.3.4.1. Dados observacionais de clima

O processamento dos dados observacionais para os indicadores selecionados foi realizado por um consultor externo contratado pela GIZ.

Para os indicadores ligados à precipitação, foram utilizados dados de precipitação diária do Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations (CHIRPS, FUNK et al. 2015), com resolução espacial 0,05° para o período de 1981 - 2020. Para o vento (10 m U-component of wind e 10 m V-component of wind) foram utilizados dados de reanálise do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis version 5 (HERSBACH et al. 2020) na resolução espacial de 0,5 graus para 1981 - 2020. Para o aumento do nível do mar (ANM), utilizou dados da plataforma Making Earth System Data Records for Use in Research Environments (MEaSUREs, NASA 2022a) apenas disponibiliza dados do período de 1992 a 2019.

3.3.4.2. Projeções climáticas

Para as projeções climáticas, os dados de chuva e vento obtidos encontram-se em uma escala diária nos modelos do CMIP6. Sua resolução espacial foi de 1 grau e foi realizado um processamento para uma rodada histórica e para os cenários SSP2 e SSP5 (O'NEILL et al., 2014). Em relação ao aumento do nível do mar (ANM), utilizou-se a ferramenta "Sea Projection Level Tool" da NASA (2022b) para se obter os dados de ressacas do futuro. Por fim, o mapa de área inundada que projeta o aumento do nível do mar em adição às ressacas com tempo de retorno (TR) de 1 ano foi obtido através da plataforma "Coastal Risk Screening Tool" do Climate Central (2022).

Os modelos de clima usados foram do CMIP6 e são listados na Tabela 3: Modelos de clima utilizados na análise.

Tabela 3: Modelos de clima utilizados na análise

SSP 2		SSP 5	
VENTO	CHUVA	VENTO	CHUVA
EC-Earth3-Veg	ACCESS-CM2	ACCESS-CM2	CanESM5
GFDL-CM4	ACCESS-ESM1-5	ACCESS-ESM1-5	EC-Earth3-Veg
INM-CM4-8	CanESM5	EC-Earth3-CC	EC-Earth3-Veg-LR
INM-CM5-0	EC-Earth3-Veg	EC-Earth3-Veg	IPSL-CM6A-LR

IPSL-CM6A-LR	EC-Earth3-Veg-LR	EC-Earth3-Veg-LR	KACE-1-0-G
MIROC6	GFDL-ESM4	GFDL-CM4	KIOST-ESM
MPI-ESM1-2-HR	IPSL-CM6A-LR	GFDL-ESM4	MIROC6
MPI-ESM1-2-LR	MIROC6	KIOST-ESM	MPI-ESM1-2-HR
-	MPI-ESM1-2-HR	MIROC6	MPI-ESM1-2-LR
-	MPI-ESM1-2-LR	MRI-ESM2-0	MRI-ESM2-0
-	MRI-ESM2-0	NESM3	NESM3
-	NESM3	-	-

Fonte: elaboração própria.

3.3.5. Análises climáticas

3.3.5.1. Climatologia observada

Para o cálculo da climatologia observada, utilizou-se o período de 1981-2000 conforme os marcos temporais da legislação de modernização dos portos descrito da Tabela 1. O cálculo da climatologia observada em geral é realizado com 30 anos de dados (WMO, 2011), no entanto, o uso de 20 anos é aceitável quando a intenção é estimar cenários de mudanças do clima (KIRTMAN et al., 2013). Os dados utilizados foram os dados de reanálise do CHIRPS e do ERA5. A climatologia observada foi calculada na escala anual, pois os impactos no porto não têm relação direta com a sazonalidade. Essas informações serviram para determinar a linha de base na classificação de probabilidade.

3.3.5.2. Tendências observadas

O cálculo de tendência foi feito para o período de 1981 a 2020 utilizando o teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL & GIBBONS, 1990) considerando um nível de significância igual ou menor que 0,05 (95% de confiabilidade). Esse é um teste não paramétrico robusto para tendências monotônicas, analisando as mudanças dos sinais de incrementos de tendência entre valores sucessivos ao invés dos próprios valores dos dados (WILKS, 2011). O método pode ser aplicado quando as séries temporais não precisam estar em conformidade com nenhuma distribuição particular (MAIDMENT, 1993; WILKS, 2011) e é comumente usado em estudos da Equipe de Especialistas em Detecção da Mudança Climática e Índices (ETCCDI, ZHANG et al., 2009). O processamento dos dados foi efetuado por um consultor externo contratado pela GIZ.

Esse método avalia se o aumento ou a redução na frequência dos indicadores climáticos escolhidos é significativa ou não, do ponto de vista estatístico. É somente a partir dele que se pode determinar se a frequência das ameaças climáticas está aumentando ou diminuindo de fato, pois utilizar apenas uma linha de tendência não garante respostas adequadas.

Esta seção deverá responder às seguintes perguntas norteadoras:

- “Com base nos dados observacionais, a frequência das ameaças climáticas está aumentando/diminuindo?” e
- “Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada no clima atual?”.

3.3.5.3. Cenários de mudança do clima

Para o cálculo dos cenários de mudança do clima utilizou-se o método Change-Factor (ANANDHI et al. 2011). O método consiste em somar a climatologia observada com a anomalia futura, ou seja, a diferença entre a rodada de um determinado cenário de emissões (p.ex. SSP2-4.5) e a rodada histórica do modelo. As equações 1 e 2 descrevem o cálculo:

$$\Delta = \text{SSP} - \text{HIST} \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Cenário} = \text{OBS} + \Delta \text{ (Equação 2)}$$

Em que SSP é a climatologia da variável de interesse derivada da rodada futura de um determinado modelo de clima e HIST é climatologia da variável de interesse derivada da rodada histórica do mesmo modelo. A abreviação OBS é a climatologia da variável de interesse usando dados observacionais. Os cálculos de climatologia foram feitos na escala anual usando os períodos 1981-2000 (HIST) e 2021 - 2040, 2041 - 2060 e 2081 - 2100 (SSPs). O processamento dos dados foi efetuado por um consultor externo contratado pela GIZ.

Esta seção deverá responder às seguintes perguntas norteadoras:

- “Com base nos modelos de clima e indicadores customizado, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?”;
- “Qual é o nível de concordância (%) entre as projeções dos modelos de clima quanto ao sinal de mudança?”; e
- “Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada no clima atual?”.

3.3.6 Abordagem geral para atribuir as probabilidades das ameaças climáticas

3.3.6.1. Escala de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas

A escala de probabilidade é o principal referencial para a classificação da probabilidade. Nesta etapa, ela foi construída a partir de intervalos de frequências, mas ela pode ser determinada de inúmeras formas. O Protocolo PIEVC (ENGINEERS CANADA, 2016) utiliza uma padronização de 0 a 7, sendo que 0 significa que o evento climático jamais ocorrerá e 7 significa que o evento é certo. Para esta etapa, o nível máximo foi definido como 5, conforme é apresentado na Tabela 6. Essa definição foi feita para combinar o trabalho com o estudo “Levantamento de Risco Climático para o Porto de Itajaí/SC” (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE ITAJAÍ, 2020). Os cinco níveis definidos são: 1 (Quase nunca); 2 (Raramente); 3 (Ocasionalmente); 4 (Frequentemente); 5 (Muito frequentemente). Para definir os intervalos de frequência de eventos foram feitos diversos

testes (p.ex., sensibilidade) com diferentes distribuições (linear, logarítmica, exponencial e arbitrária). Após parecer profissional de especialistas em clima, optou-se por usar a distribuição exponencial. O Protocolo PIEVC (ENGINEERS CANADA, 2016) indica que o parecer profissional é um elemento essencial da atribuição de pontuações de probabilidade de mudança do clima.

A escolha verificada na Tabela 4: Escala de Probabilidade para a linha de base do Porto do Rio Grande foi feita, portanto, com base na observação da distribuição dos eventos no porto e nas alterações que foram observadas pelos profissionais.

Tabela 4: Escala de Probabilidade para a linha de base do Porto do Rio Grande

Nível	Descrição	Frequência (Nº de Eventos/Ano)	
1	Raro	<1	
2	Pouco Provável	2	35
3	Provável	36	90
4	Altamente Provável	91	150
5	Quase Certo	151	365

Fonte: elaboração própria.

Posteriormente, com a escala de probabilidade consolidada, a classificação de cada indicador climático escolhido pôde ser realizada. O primeiro passo foi realizar a classificação da probabilidade dos dados observacionais, que constituem a linha de base ou baseline, ou seja, o ponto de partida da avaliação.

Em seguida, essa mesma classificação foi realizada para as projeções climáticas. Para isso, as anomalias na frequência dos indicadores climáticos foram somadas ao valor da linha de base. Essas anomalias estão descritas para 3 períodos de tempo (2021 – 2040, 2041 – 2060 e 2081 – 2100), cada um com 2 cenários (SSP2 e SSP5).

Para inundações costeiras, utilizou-se como base os dados de ‘nível de inundação anual’ disponíveis na plataforma “Coastal Risk Screening Tool” do Climate Central (2022). Os dados são baseados em uma frequência fixa, ou seja, 1 vez por ano ocorre um determinado nível de inundação. Dessa forma, determinou-se um nível de inundação crítico, no caso 0,2 m. Assim, valores de nível de inundação abaixo de 0,2m significa que o evento “quase nunca” acontece. E valores de nível de inundação acima de 0,2m, significa que a inundação ocorre pelo menos 1 vez ao ano, ou seja, “raramente” (Tabela 4Erro! Fonte de referência não encontrada.).

3.3.6.2. Nível de confiança a das informações climáticas

Apesar de não constar nas recomendações do Protocolo PIEVC, o nível de confiança foi incluído nesse estudo em função dos trabalhos realizados no “Levantamento de Risco Climático para o Porto de Itajaí/SC” (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE ITAJAÍ, 2020). O objetivo da avaliação do nível de confiança é determinar como os resultados devem ser interpretados pelo porto à luz das incertezas embutidas nos resultados das projeções climáticas.

Importante mencionar que os modelos de clima, assim como qualquer outro modelo, possuem incertezas. De qualquer maneira, para medir o nível de confiança das informações climáticas foram definidos alguns critérios, apontados na Tabela 5. Ressalta-se que a avaliação não se baseia exclusivamente nos resultados da concordância entre os modelos, mas também na consistência do sinal de mudança com a literatura e as tendências observadas.

A cada resposta positiva, soma-se um ponto no nível de confiança, assim os níveis são definidos entre 0 e 3, sendo: (0) Confiança muito baixa; (1) Confiança baixa; (2) Confiança moderada; (3) Confiança alta. Mesmo quando a confiança é muito baixa, os resultados podem ser interpretados e utilizados, com atenção à eventual necessidade de estudos adicionais.

Tabela 5: Tabela resumo do nível de concordância

Critério	Avaliação	Pontuação
Concordância entre os modelos	Existe uma concordância de pelo menos 2/3 dos modelos utilizados em relação aos cenários projetados?	Sim (1) Não (0)
Tendência observada	Há concordância entre o sinal de mudança do cenário futuro projetado pelos modelos e o sinal da tendência observada?	Sim (1) Não (0)
Literatura científica	As fontes da literatura apontam para o mesmo sinal de mudança?	Sim (1) Não (0)

Fonte: elaboração própria.

3.4. Levantamento das Infraestruturas Portuárias e Severidade

3.4.1. Objetivos Específicos

Esta etapa tem por objetivo principal levantar o nível de severidade de ameaças climáticas em infraestruturas e na operação do Porto Organizado de Santos (SP). São esperados nesta parte do projeto os seguintes produtos específicos:

- Lista dos principais equipamentos do porto;
- Interação dos equipamentos com as ameaças climáticas;
- Classificação de severidade de cada ameaça climática para cada infraestrutura e para diferentes tipos de carga operadas.

As perguntas norteadoras que embasam o levantamento das infraestruturas portuárias e severidade são:

- “Quais são os possíveis níveis de severidade (estrutural e operacional) que as infraestruturas podem sofrer?”
- “Existe interação entre a infraestrutura X e a ameaça climática Y?”
- “Caso positivo, qual é o nível de severidade?”.

3.4.2. Inventário de infraestruturas

A elaboração desse inventário consistiu na consulta e análise de documentos oficiais do zoneamento portuário. Também foram realizadas observações em visita técnica realizada ao porto e questionamentos aos agentes da Autoridade Portuária para obtenção e confirmação das informações.

Para a identificação dos equipamentos e infraestruturas foi realizada consulta ao Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto de Rio Grande¹. Com amparo legal na Lei nº 12.815 de 5 de junho de 2013, o Plano representa referência em caráter normativo e regulador do Estado quanto ao planejamento do espaço portuário público ao setor privado, sendo este um arrendatário, outorgado, ou um simples demandante de prestações de serviços de transporte marítimo de longo curso ou cabotagem. Constitui-se de um Plano Plurianual de competência de execução da Autoridade Portuária e julgamento de aprovação pela Secretaria de Portos da Presidência da República. No PDZ são apresentadas as informações gerais de localização, delimitação, governança, zoneamento, instalações acessórias ao porto, componentes de apoio operacional ao tráfego aquaviário e terrestre, dados do licenciamento ambiental, vias de circulação, sistemas viários terrestres, sistemas aquaviários, a integração do porto ao planejamento urbano, planos de ação e investimentos. A versão do PDZ utilizado no presente trabalho é de julho de 2017, revisado em julho de 2019.

O levantamento das infraestruturas portuárias, tais como, canais de acesso, áreas de fundeio e evolução, tipos de equipamentos de içamento, equipamentos de movimentação em solo, infraestrutura de acostagem, sistemas de armazenagem, transportadores contínuos, sistema viário terrestre rododiferroviário, bem como a obtenção dos respectivos estados de conservação, das características operacionais e dos eventos climáticos críticos à infraestrutura e à operação foi parcialmente obtido na visita técnica ao Porto do Rio Grande, realizada no dia 13 de setembro de 2021. A visita também serviu para identificação e criação de relacionamento laboral com agentes e pontos focais da Autoridade Portuária do Porto de Rio Grande, para a obtenção de maiores informações e para a explanação de dúvidas.

Também foi realizada pesquisa na rede mundial de computadores com o intento de obtenção de catálogos dos equipamentos portuários, tais como, guindastes, gruas, reach stackers, portâiners, guindastes pórticos, empilhadeiras e demais equipamentos, e verificação de possíveis informações de pesos, capacidades, geometria de equipamento e principalmente valores limites.

Assim como na etapa anterior, o presente estudo também se consultou informações da base

normativa e de regulamentação das NORMAMs 01, 04, 08 e 12/DCP, das Normas da Autoridade Portuária, das Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul (NPCP-RS), das Normas Regulamentadoras (NR) e das Normas Brasileiras da ABNT (NBR).

3.4.3. Interação com as ameaças climáticas

Parte das informações que sugerem a interação das infraestruturas portuárias com as ameaças climáticas foi detalhada na etapa de levantamento do histórico de impactos com base nas trocas realizadas com os atores-chave do porto e com base em documentos oficiais.

Nesta etapa, os elementos de interação são retomados e a definição da existência ou não de interação entre cada elemento de infraestrutura e cada ameaça é sugerida pelos experts da equipe consultora. Importante destacar que a sugestão foi encaminhada aos técnicos do porto, que validaram esse elemento juntamente com a classificação da severidade.

3.4.4. Escala de Severidade

A escala de severidade da presente etapa foi construída em conjunto com a autoridade portuária e alguns dos terminais do porto. O processo se iniciou com a realização de um workshop de orientação e discussão sobre o tema no dia 26/01/2022. Após uma série de discussões, decidiu-se pelo envio de uma planilha de consulta para os atores-chaves (representantes da Praticagem e terminais) do porto. Como a severidade varia conforme o tipo de carga movimentada e infraestrutura, foi acordado que os técnicos do porto iriam preencher uma planilha, conforme a Figura 6, para construir em conjunto uma escala mais fidedigna à realidade do porto.

Nome	
Empresa	
Cargo	
Zona Portuária	
Carga Movimentada	

Figura 6: Planilha utilizada para construção da escala de severidade

Nível de Severidade Estrutural		Descrição	
1	Leve		
2	Moderado		
3	Grave		
4	Severo		
5	Catastrófico		

Nível de Severidade Operacional		Descrição	
1	Leve		
2	Moderado		
3	Grave		
4	Severo		
5	Catastrófico		

Fonte: Elaboração própria.

Nessa planilha, o nível de severidade começa em “Leve” com a escala igual a 1 e varia até o último nível, definido como “Catastrófico” de escala igual a 5. Essa escala é parte da Matriz de Risco, a ser descrita na Seção 3.5.

Os técnicos preencheram a descrição dos níveis de severidade de acordo com o tipo de carga movimentada, zona portuária e empresa em que trabalhavam. Para auxiliá-los nesse processo de estruturação das descrições, foram fornecidos exemplos de descrição com base na primeira escala proposta durante a Oficina de Trabalho.

Cada terminal tinha por objetivo construir sua própria escala, com base no tipo de carga que opera. Na sequência as respostas dos terminais foram consolidadas pela equipe consultora. Para condizer com a realidade do porto, a descrição de cada nível de severidade levou também em consideração uma base de informações obtidas em entrevistas e análises das normas NP-CP-RS, NR, NBR. O Apêndice C fornece mais detalhes sobre a análise das normas e legislações pertinentes.

Para compor e estruturar uma Escala de Severidade mais realista, as descrições de cada Nível de Severidade foram validadas pelos técnicos do porto apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Grupos de técnicos consultados para construção da Escala de Severidade

Grupos consultados	Nome
Terminais	BIANCHINI ERG 1 Granel Química YARA TECON RG
Gestão do Porto	Praticagem SAGRES Operador Portuário Fiscalização Portos RS SEMST Portos RS

Fonte: elaboração própria.

3.4.5. Classificação de Severidade

A partir da escala de severidade construída em conjunto com os representantes do Porto de Rio Grande, foi realizada a classificação da severidade para as mesmas variáveis climáticas da etapa anterior. Os valores da classificação foram sugeridos pela equipe consultora com base na expertise dos técnicos e em função das trocas feitas com o porto ao longo do trabalho. A classificação foi realizada com base em diferentes perfis de carga operada: graneis líquidos, graneis sólidos, produtos gasosos, contêineres e celulose.

Por fim, para validar as relações entre ameaças climáticas e infraestruturas sugeridas, a autoridade portuária e os terminais foram consultados.

3.5. Cálculo do Risco Climático

3.5.1. Objetivos Específicos

Esta etapa do projeto tem por objetivo principal realizar o cálculo do risco climático para o Porto de Rio Grande, sendo esperado como produto: Tabela com o nível de risco climático das infraestruturas portuárias para o clima atual e futuro, e para aspectos operacionais e estruturais;

As perguntas norteadoras que embasam são:

- “Qual é o nível de risco climático de cada infraestrutura portuária?”;
- “A quantidade de infraestruturas sob risco alto irá aumentar ou diminuir no futuro?”;
- “Quais são as infraestruturas sob maior risco e por quê?”.

3.5.2. Matriz de Risco

A matriz de risco foi construída com base na estrutura de apresentação dos riscos do Relatório de Avaliação de Risco Climático do Porto de Belledune no Canadá (CBCL, 2020). Esse relatório segue os passos do Protocolo PIEVC, documento utilizado como referência na elaboração do levantamento da probabilidade das ameaças climáticas e levantamento das infraestruturas portuárias e severidade.

O risco é definido como o produto 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). Uma visão geral do formato dos resultados é apresentada a seguir na Tabela 7.

Tabela 7: Estrutura de apresentação do risco por interação ameaça climática – infraestrutura

INFRAESTRUTURA	RISCO							
	Nome da Ameaça Climática							
	Descrição da ameaça climática							
	Probabilidade	(1 a 5)	(1 a 5)	(1 a 5)	(1 a 5)	(1 a 5)	(1 a 5)	(1 a 5)
	Período	Histórico	2021-2040		2041-2060		2081-2100	
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5
Nome da infraestrutura	Interação?	(Sim ou Não)						
	Severidade	(1 a 5)						
	Risco	(1 à 25)	(1 à 25)	(1 à 25)	(1 à 25)	(1 à 25)	(1 à 25)	(1 à 25)

Fonte: elaboração própria, baseada no Relatório de Avaliação de Risco Climático de Belledune.

As escalas de probabilidade e severidade, definidas nas etapas 4.3 e 4.4, são apresentadas a seguir nas Tabela 8 a Tabela 14:

Tabela 8: Escala de probabilidade das ameaças climáticas

Nível	Descrição da Probabilidade	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	365

Fonte: Elaboração própria

Tabela 9: Escala de Severidade Estrutural: granéis sólidos, líquidos e containerizada

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL		
		Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Contêineres
1	Leve	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção.	Vistoria à rede dutoviária, filtros, registros, válvulas e piezômetros; Vistoria a tanques de armazenagem; e Não há necessidade de intervenção de manutenção.	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção.
2	Moderado	Inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programada em shiploader e guindastes grabs; e Interrupção das balanças e moegas por questões de inundações pontuais.	Vistoria aponta necessidade de manutenção preventiva; Necessidade de realizar limpeza de filtros; Reaperto de flanges; Lubrificação de válvulas; Supressão de oxidação e limpeza de componentes do sistema dutoviário; e Limitação do calado máximo do Canal Externo para 15 m com embarcação navegando a 12 nós (22,2km/h).	Inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programadas em portêiner; e Perda do sistema eletrônico de dados.
3	Grave	Inspeções, vistorias e manutenção corretiva em shiploaders, <i>shipunloaders</i> (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos com perda funcional do equipamento.	Desacoplamento de mangotes sem vazamento de carga química.	Inspeções, vistorias e manutenção corretiva em portêiner, transtêiner e reach stacker devido à perda e/ou diminuição da funcionalidade do equipamento. Dano funcional a Equipamentos de Içamento, tais como gruas e guindastes devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada em menos de 6 meses; Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento, que inviabiliza a sua operação por período de até 7 dias; e Perda dos OCRs (Reconhecimento Óptico de Caracteres) de acesso.

4	Severo	Dano funcional a shiploaders, shipunloaders (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada em menos de 6 meses.	Incêndio em áreas adjacentes. Danos pontuais a dutos e tanques; e Rompimento de mangotes com vazamento de carga química.	Dano funcional a Equipamentos de Içamento, tais como gruas e guindastes devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada entre 6 e 12 meses; Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento, que inviabiliza a sua operação por período entre 7 e 14 dias; e Perda de energia elétrica por interrupção do sistema de distribuição de energia.
5	Catastrófico	Colapso estrutural em shiploaders, shipunloaders (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos. Perda total do equipamento.	Incêndio e explosão nos sistemas de tubos devido a fatores climáticos extremos; e Colapso de estruturas de armazenagem, tubulações, dutovias e sistemas de combate a incêndio.	Colapso estrutural de portêiner e trans-têiner com perda total do equipamento; Dano funcional a equipamentos de içamento, tais como gruas e guindastes devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada em mais de 12 meses Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento, que inviabiliza a sua operação por período de mais de 14 dias; e Danos graves nas Edificações essenciais às atividades do terminal.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10: Escala de Severidade Estrutural: celulose e estaleiro

Nível de Severidade	ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL	
	Celulose	Estaleiro
1	Leve	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção.
2	Moderado	Inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programada de Equipamentos de Içamento, tais como gruas e guindastes; Reparos no telhado e portões dos armazéns, realizado por equipe externa e interna; causando remoção de carga por um período de execução de até 15 dias; e Inspeções não programadas em equipamentos para içamento.
3	Grave	Colapso de lanças de guindastes; Colapso da estrutura do porta-batel e cais em caso de realização de operação de docagem e desdocagem; e Possibilidade de manutenção corretiva de baixo custo
4	Severo	Trincas, recalques diferenciais e quebra parcial de paredes e elementos estruturais de galpões e armazéns, com perda funcional parcial com período de execução do reparo de 1 a 2 meses; e Patologias de trincas, quebra e afundamento do piso de armazém, com perda funcional parcial

5	Catastrófico	Colapso funcional e estrutural de galpões e armazéns com perda total da funcionalidade de paredes e estruturas de suporte (pilares, vigas, baldrames) com período de execução do reparo de mais de 2 meses; e	Danos estruturais que exijam a substituição de equipamentos, telhados e infraestruturas dos galpões; e
		Colapso funcional e estrutural do piso de armazém	Demanda reconstrução de infraestrutura e aquisição de novos equipamentos (ponte rolante, porta-batel, gruas).

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 11: Escala de Severidade Operacional: granéis sólidos, líquidos e contêineres

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL		
		Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Contêineres
1	Leve	Atrasos nos processamentos das embarcações, não causando prejuízos com multas contratuais de sobre-estadia e <i>demurrage</i> de cargas e navios.	Monitoramento das condições climáticas para eventual parada de operação	Paralisação de todas as atividades no pátio do terminal durante um período menor que 6 h; e Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração menor que 6h.
2	Moderado	Prejuízos financeiros oriundos da sobre-estadia de embarcações e cargas nos terminais dentro de nível admissível.	Vistoria dos cabeamentos de ancoragem das embarcações; e Vistoria dos conectores, mangotes, válvulas, piezômetros, manômetros e cadência de transferência navio-terminal	Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período entre 6 e 24 h; e Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração entre 6 e 24 h.
3	Grave	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço); Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período entre 24 e 48 h; e Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração entre 24 e 48 h.
4	Severo	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço); e Parada total das atividades por curto período.	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço); Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período entre 48 e 72 h; Perda de escala de navios no TECON devido a condições climáticas adversas; e Baixo nível de serviço causado por danos à infraestrutura do terminal.
5	Catastrófico	Interrupção das operações por tempo indeterminado; e Parada total das atividades por longo período.	Interrupção das operações por tempo indeterminado.	Interrupção das operações por tempo indeterminado; Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período de mais de 72 h; Assoreamento abrupto do cais de atracação; e Colisão e colapso estrutural dos equipamentos de grande porte (guindastes) paralisando as atividades por longo tempo.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 12: Escala de Severidade Operacional: celulose e estaleiro

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL	
		Celulose	Estaleiro
1	Leve	Interferência no carregamento de toras de madeira, exigindo maior cautela no tráfego de caminhões no cais e no içamento dos feixes de toras; e <u>Sem interrupção das atividades.</u>	Restrição e atraso na entrada e/ou saída de embarcações no dique do estaleiro por um período menor que 6h; e Atraso nas operações de construção naval e manutenção por um período menor que 6 h.
2	Moderado	Cancelamento do embarque de celulose; Comprometimento do carregamento de toras de madeira e compensados; e Interrupção parcial das atividades.	Restrição e atraso na entrada e/ou saída de embarcações no dique do estaleiro por um período entre 6 e 24 h; Atraso nas operações de construção naval e manutenção por um período entre 6 e 24 h; e Cancelamento da operação de retirada ou colocação do porta-batel, que dá acesso ao dique.
3	Grave	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque de carga celulose (navios atracados no berço); e <u>Interrupção total das atividades.</u>	Adiamento por mais de 24 h de qualquer operação de entrada e/ou saída do dique.
4	Severo	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Cancelamento de qualquer operação de entrada e/ou saída de embarcações no dique. Cancela operação de retirada ou colocação do porta-batel; e <u>Paralisação das atividades com pórticos e guindastes.</u>
5	Catastrófico	Interrupção de todas as operações por tempo indeterminado.	Interrupção das operações por tempo indeterminado.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 13: Escala de Severidade Estrutural para características e danos comuns a todos operadores do complexo portuário

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL
		Características e danos comuns a todos os operadores do complexo portuário
		Descrição
1	Leve	A ação nos equipamentos não apresenta danos, apenas exige a realização de vistoria da equipe do terminal ; Danos funcionais pequenos que não afetam a operação. Porém, se não reparados, podem acelerar processos de deterioração da infraestrutura, causar algum dano à carga processada e deixar o ambiente insalubre ao trabalho; Eventos intensos e de curta duração podem causar empoçamento de água e maior tempo de escoamento nos sistemas de drenagem em pátios, cais, sistema viário e ferroviário de acesso aos terminais. Necessita de limpeza e desobstrução de bocas de lobo, bueiros e sarjetas dentro do planejamento organizacional do terminal; Vistoria de cais, cabeamento de acostagem, defensas, armazéns, Equipamentos de Içamento, transportadores contínuos, pátios, silos, armazéns, tanques, esferas e sistema viário (rodoviário e ferroviário). Baixíssimo custo de manutenção. Manutenção realizada por equipe do porto ou do operador dos terminais, em prazo inferior a 24h; e <u>Impraticabilidade total do porto (entrada e saída dos Molhes) em período inferior a 6h/dia.</u>
2	Moderado	Estouro de cabeamento de acostagem, sem deriva do navio; A ação em equipamentos que apresentam danos que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção preventiva; Deflúvio com volume de água suficiente para causar empoçamento de água e pequenas inundações nas áreas internas do perímetro portuário, incluindo áreas de cais, armazéns e acessos terrestres. Observa-se maior tempo de escoamento dos sistemas de drenagem em pátios, cais, sistema viário e ferroviário de acesso aos terminais. Demanda equipe de manutenção, realizando serviços de varrição, limpeza de entulho, bombeamento mecânico de água com conjunto moto-bomba; Pequenos danos às infraestruturas de cercamento, rede elétrica, telefonia e logística na área portuária; Baixo custo. Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento. Serviços realizados entre 24h e 48h; Arranque parcial de telhado e cobertura de armazéns e transportadores contínuos. Arranque total de cobertura de prédios administrativos; e Necessidade de manutenção corretiva em um elemento de sinalização (boia ou baliza), danificado em colisão com embarcação de pequeno ou grande porte.

3	Grave	A ação nos equipamentos apresenta danos, que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção corretiva leve; Estouro de todo o cabeamento de acostagem, com deriva de navio; Deslocamento/avaria nas bóias de sinalização do canal; Arranque total de telhado e cobertura, armazéns e transportadores contínuos; Quebra de estiva de navios (30% a 40%) devido à perda de profundidade do canal, ocasionando restrições de calado no canal de acesso e Berços; Deflúvio com volume de água não é mais processado pelo sistema de drenagem, estando o mesmo colapsado, causando inundações em áreas de cais, armazéns e acessos terrestres. Demanda execução de troca de manilhas, aumento das dimensões e quantitativos de bocas de lobo e melhora da declividade de sarjetas; e Custo Moderado. Reparo de manutenção de equipamentos afetando parcialmente as atividades do porto. <u>Manutenção realizada por equipe própria ou terceirizada, no período entre 48 h e 72 h.</u>
4	Severo	Perda dos acessos rodoviários; A ação nos equipamentos apresenta danos funcionais reparáveis, que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção corretiva severa; 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; Quebra de estiva de navios (40% a 50%) devido à perda de profundidade do canal, ocasionando restrições de calado no canal de acesso e Berços, ocorrido por processos sedimentológicos estuarinos acelerados por condições climáticas adversas; Danos à infraestrutura da praticagem e do terminal, bem como as obras e reparos para manutenção causam impactos operacionais, atingindo Baixo Nível de Serviço; Custo Alto. Reparo de manutenção de equipamentos afetando parcialmente as atividades do porto. <u>Manutenção realizada por equipe própria ou terceirizada, no período entre 72 h e 168 h.</u> Colapso de estruturas de sinalização náutica; e <u>Colapso parcial de armazéns, transportadores, cais, canal, Bacia de Evolução e infraestrutura portuária.</u>
5	Catastrófico	Perda de estruturas do porto, com colapso, abrangendo infraestrutura, armazéns, Molhes, equipamentos de embarque e transportadores contínuos; Colisão de embarcação com cais/píer ou Equipamentos de Içamento/transferência acarretando no colapso estrutural da infraestrutura; A ação nos equipamentos apresenta danos estruturais e funcionais irreparáveis que exigem a paralisação imediata. Nos equipamentos, a manutenção corretiva não apresenta viabilidade econômica, sendo necessário aquisição de novos equipamentos. As infraestruturas civis e portuárias devido ao colapso necessitam reconstrução; Colapso de estruturas de armazenagem, estruturas de suporte transportadores contínuos, erosões e deterioração de cais/píer/berço causando total inoperância da estrutura; Custo Muito Alto. Reparo de manutenção de equipamentos afetando parcialmente as atividades do porto. <u>Manutenção realizada por equipe própria ou terceirizada, no período por mais de 7 dias (168 h). Colisão entre embarcações, causando adornamento ou naufrágio, bloqueando o canal de acesso e Berços;</u> Inundações constantes; e <u>Sedimentação, alterações em correntes de marés e vazões fluviais com redução de profundidade do canal de acesso, com desconformação das bacias de evolução.</u>

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 14: Escala de Severidade Operacional para características e danos comuns a todos operadores do complexo portuário

ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL	
Características e danos comuns a todos os operadores do complexo portuário	
Nível de Severidade	Descrição
1	Leve Inibição no processo de desatracação de embarcações acostadas. O resultado do monitoramento das condições climáticas poderá declarar a paralisação das atividades de abastecimento de embarcações; Atrasos nos processamentos das embarcações, não causando prejuízos com multas contratuais de sobre-estadia e <i>demurrage</i> de cargas e navios; e Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, sem causar afastamento de colaborador.

2	Moderado	Cancelamento de serviços realizados em altura e embarcados nos navios do berço; Interrupção parcial, podendo inibir o processo de desatracação de embarcações acostadas; Prejuízos financeiros oriundos da sobre-estadia de embarcações e cargas nos terminais dentro de nível admissível; Perda de escala funcional ou filas de espera dos navios nos fundeadouros de até 72 h; Impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período diurno; e/ou impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período noturno; e Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando afastamento de 1 dia de colaborador.
3	Grave	Interrupção total de mais de uma atividade do porto, gerando severos prejuízos financeiros de sobre-estadia; Serviços de reabastecimento de navios com diesel marítimo cancelados; Fechamento total da barra. Impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período diurno e/ou período noturno por um período de até 24 h; Perda de escala funcional ou filas de espera dos navios nos fundeadouros entre 72 h e 120 h; Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando afastamento longo de colaborador, mas sem óbito; e Cancelamento de trabalhos: (a) em altura, realizados mesmo em cockpits de equipamentos; (b) trabalhos em equipamentos elevatórios de operários em cestos via braço articulado; (c) trabalho em altura realizado embarcado em navios atracados e fundeados.
4	Severo	Perda de escala funcional ou filas de espera dos navios nos fundeadouros com tempo superior a 120 h (5 dias); Cancelamento do embarque e desembarque de cargas. Paralisações das atividades portuárias superior a 24 h; Impraticabilidade da barra no período noturno até a prontificação da sinalização de orientação de embarcações. Eventos climáticos acarretam impraticabilidade da barra no período de 24 h a 72 h; Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando ocorrência de óbito de trabalhador (evento isolado); Rupturas contratuais devido ao não cumprimento de prazos e prestação de serviço de transporte marítimo; e <u>Baixo Nível de Serviço causado por danos a infraestrutura.</u>
5	Catastrófico	Diminuição dos calados dos navios, aumento do seguro e porto considerado inseguro; Fechamento operacional do Porto de Rio Grande, com parada total das atividades. Fechamento do porto por tempo indeterminado. Mais de 80% a 100% das categorias de cargas operadas no porto não são atendidas; Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando óbito de vários trabalhadores (evento coletivo); e <u>Custo altíssimo com necessidade de financiamento de longo prazo.</u>

Fonte: Elaboração Própria.

Por sua vez, a escala de risco segue a estrutura apresentada na Tabela 15 e Figura 7.

Tabela 15: Escala de risco dos impactos

Nível	Descrição do risco	Intervalo de valores	
1	Leve	1	5
2	Médio	6	14
3	Alto	15	25

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 7: Matriz de risco e mapa de cor



Fonte: ENGINEERS CANADA (2016). Tradução livre.

As subseções a seguir tratam dos principais elementos que compõem a matriz de risco. Primeiramente, aborda-se a probabilidade de ocorrência de um evento climático. Em seguida, o seu grau de severidade de impacto. Por último, o valor do risco climático associado às infraestruturas do porto.

3.5.2.1. Escala de Probabilidade

No levantamento da probabilidade das ameaças climáticas, apresentou-se os valores de probabilidade de ocorrência de eventos climáticos do Porto do Rio Grande. As variáveis climáticas definidas no documento dizem respeito às ameaças de Vento Fraco (3 m/s), Vento Moderado (7 m/s), Vento Forte (10 m/s), Vento Quadrante Sul-Sudoeste, Chuva Persistente (1 mm), Chuva Forte (10 mm) e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar.

Em geral, o porto apresentou alta probabilidade de ocorrência para quase todas as ameaças climáticas analisadas. Esses resultados convergem com os relatos dados pelos técnicos do porto de Rio Grande na visita técnica realizada em setembro de 2021. De forma geral, todas as ameaças, com exceção das Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar apresentaram classificações iguais ou acima do nível 'Muito frequentemente' de probabilidade.

3.5.2.2. Escalada de Severidade

No levantamento das infraestruturas portuárias e severidade, foram verificados valores de severidade de impactos para interações entre ameaças climáticas e infraestruturas. Os resultados foram apresentados considerando potenciais danos estruturais e operacionais, de acordo com diferentes perfis de carga. As interações levam em conta o inventário de infraestruturas e as mesmas ameaças climáticas consideradas no levantamento da probabilidade das ameaças climáticas.

Em geral, o levantamento das infraestruturas portuárias e severidade apresenta valores baixos de severidade para o Porto de Rio Grande. Entretanto, é possível observar o maior potencial de impacto atribuído a interações que envolvem a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar e as Infraestruturas de Armazenamento e os Molhes.

3.5.2.3. Cálculo de Risco

O risco é uma função composta pelo produto dos valores de severidade e probabilidade. Os valores obtidos através desse cálculo servem para indicar quais são as interações (ameaça climática - infraestrutura) que apresentam maior perigo ao porto e ajudam a definir como as ações devem ser priorizadas.

O cálculo do risco é apresentado a seguir pela Equação 3:

$$R_{ij} = P_i \times S_{ij} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde se lê:

- R = risco climático;
- P = probabilidade de ocorrer um evento;
- S = severidade com que a infraestrutura é afetada;
- i = evento climático; e
- j = infraestrutura.

Em termos gerais, as pontuações baixas representam riscos com baixo fator de preocupação. Por outro lado, riscos de valores “médios” a “altos” podem indicar a necessidade de monitoramento e intervenção corretiva.

3.6. Identificação e Proposição de Medidas de Adaptação

3.6.1. Objetivos Específicos

Esta etapa tem por objetivo principal identificar, avaliar e recomendar medidas de adaptação robustas e eficientes para o Porto de Santos para a qual é esperado como produto:

Tabelas com a avaliação das medidas de adaptação já implementadas e as possíveis de implementação para cada elemento de infraestrutura e superestrutura dos portos estudados.

As perguntas norteadoras que embasam esta etapa são:

- “Quais são as medidas de adaptação já adotadas e outras possíveis a serem implementadas?”;
- “Qual é a viabilidade técnica e financeira da implementação de cada uma das medidas de adaptação?”;
- “Quais são as medidas de adaptação que garantem a eficiência e regularidade das operações, segurança, pontualidade e prestação do serviço adequado?”;
- “Quais são as medidas de não arrependimento?”;
- “Quais medidas podem ser implementadas para a infraestrutura X diante da ameaça climática Y?”;
- “Quais são as vantagens e desvantagens de cada medida?”;
- “Qual é a tipologia de cada medida (gestão ou engenharia)?”

3.6.2. Oficina de trabalho

Segundo o Protocolo PIEVC (ENGINEERS CANADA, 2016), uma oficina de trabalho pode ser conduzida para concluir a análise de risco e estimular a proposição de medidas adaptativas. Realizá-lo estimula o intercâmbio e a geração de ideias, o que possibilita encorajar o pensamento “não isolado” e a verificação de ideias através da diversidade de expertises presentes (ENGINEERS CANADA, 2016).

Portanto, para o desenvolvimento das medidas de adaptação, foi realizada uma oficina com atores-chave do Porto de Rio Grande no dia 08 de junho de 2022. O evento aconteceu das 9h às 16h de forma remota por meio do aplicativo Zoom.

A dinâmica da oficina iniciou-se com a apresentação dos resultados das etapas 2, 3 e 4 e, em seguida foram desenvolvidas atividades que estimulassem o desenvolvimento de ideias e proposições de medidas de adaptação frente às ameaças climáticas no porto.

Todas as medidas de adaptação desenvolvidas no evento e após o evento estão compiladas neste documento. As respostas recebidas do Porto de Rio Grande foram das empresas Termasa-Tergrasa, Sagres e TECON, além da Diretoria de Meio Ambiente do Portos de Rio Grande (DMA Portos RS).

3.6.3. Desenvolvimento e avaliação das medidas de adaptação

As medidas de adaptação recebidas foram compiladas e são apresentadas na seção Resultados. Elas são divididas por interação ameaça-infraestrutura, que tem um risco associado, em geral, “médio” ou “alto”. As medidas são detalhadas por tipo (gerencial ou operacional) e por custo, benefícios, prazo de execução, complexidade e horizonte/urgência, sendo esses elementos avaliados de forma qualitativa. Adicionalmente, as medidas possuem responsável definido e outros atores-chaves que podem ser envolvidos. Algumas medidas podem contar também com algumas observações. Ao fim, as medidas são analisadas criticamente pela equipe consultora, buscando trazer elementos que respondem às perguntas norteadoras.

4. RESULTADOS

4.1. Levantamento do Histórico de Impactos associados ao Clima

4.1.1. Caracterização do porto

A caracterização do porto a seguir e suas principais infraestruturas e superestruturas, buscam responder à pergunta norteadora:

- “Quais são as infraestruturas e superestruturas de interesse?”.

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). A posição geográfica encontra-se no extremo meridional do mar territorial brasileiro, entre o município catarinense de Imbituba e o arroio Chuí, divisa entre Brasil e Uruguai, onde não constam enseadas e abrigos naturais para a acostagem segura de embarcações. Essa ausência de águas abrigadas na costa foi amortizada com a descoberta lagunar e desembocadura oceânica da Lagoa dos Patos. Nesse contexto desenvolveu-se histórica e economicamente as atividades relativas ao Porto de Rio Grande.

De acordo com o documento “Características Ambientais da área de influência do Porto” disponibilizado pelo website do Porto de Rio Grande, a vazão média da Lagoa dos Patos é da ordem de 2.400 m³/s, com máximos em torno de 13.000 m³/s, sendo que 85% do fluxo de água doce recebidos pela Lagoa dos Patos acontece através do Rio Guaíba. Ainda segundo o documento, durante um período de 24 horas, as oscilações do nível da água nas áreas internas da lagoa são causadas pelo efeito combinado da brisa com a maré.

No que tange à circulação das águas na lagoa, o afunilamento na forma da Lagoa dos Patos em sua porção sul tem importância decisiva nos processos de troca com o oceano e de mistura interna na lagoa, acondicionando altas velocidades de correntes, principalmente em regime de vazante (MÖLLER et al., 2009, apud SUPRG, 2021). Segundo a Superintendência do Porto do Rio Grande – SUPRG (2021), referências bibliográficas descrevem que as velocidades das correntes na saída do estuário podem atingir de 1,7 a 1,9 m/s, depois de prolongados períodos de chuvas. Além disso, estudos realizados na Lagoa dos Patos revelam uma forte correlação entre anomalias de precipitação positiva/negativa no sul do Brasil e os eventos El Niño/La Niña (MÖLLER et al., 2009).

Em relação ao regime de ventos, os ventos do nordeste são predominantes durante todo o ano, embora durante o outono e o inverno os ventos do sudoeste sejam mais frequentes (MÖLLER et al., 2001, apud MÖLLER et al., 2009).

Para o atual contexto operacional do transporte marítimo moderno, das atividades pesqueiras locais, da indústria naval na construção e manutenção de embarcações, as condições geomorfológicas, de hidráulica marítima e ambientais, tais como ventos, impuseram ao Porto do Rio Grande a construção de infraestruturas de Engenharia Portuária de proteção ao acesso ao canal de desembocadura lagunar, constituída por molhes. Organizaram-se e implementaram-se

infraestruturas para o tráfego, permanência e manobra das embarcações, tais como, canal de acesso, berços, píeres, área de fundeio e bacias de evolução provendo assim segurança contra conflitos de tráfego e segurança a adversidades ambientais de ventos e ondas.

Atualmente o complexo portuário conta com três agrupamentos de infraestrutura, instalados em diferentes locais: Porto Velho, Porto Novo e o Superporto. O Porto Velho inaugurado em 1872, não conta atualmente com operação comercial devido às restrições físicas da infraestrutura e profundidade do cais, sendo a adequação e expansão da capacidade técnica do mesmo economicamente inviável. O Porto Novo iniciou as operações em 1915, sendo realizadas ao longo dos anos de operação algumas obras de engenharia portuária, tais como, alargamento do cais e o aumento da profundidade do canal de acesso, com dragagem para embarcações de 40 pés (12,2 m) de calado. Atualmente o Porto Novo conta com instalações operacionalmente ativas sob a gestão operacional da Superintendência do Porto de Rio Grande, via operação de armadores que comercializam o uso dos sistemas de armazenagem e acostagem públicos. O Superporto conta com canal de acesso de maior profundidade comparado com os demais. Nesse sítio de infraestrutura logística, encontram-se instalados terminais e operadores especializados, contratualmente estabelecidos como arrendatários. É possível observar a operação de graneis líquidos, graneis sólidos agrícolas, contêineres e a presença de estaleiro de construção naval.

O Porto do Rio Grande conta com o endereço da Autoridade Portuária localizado à Av. Honório Bicalho, sem número, bairro Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul. A macro localização geográfica dos três conjuntos de portos organizados com complexo Porto do Rio Grande é fornecido pelas respectivas coordenadas geográficas: (a) Porto Velho: 32° 01'47.31"S, 52° 05' 28.05"O; (b) Porto Novo: 32° 02'27.04"S, 52° 04'32.16"O; e (c) Superporto: 32° 06'51.64"S, 52° 06'01.35"O. O ordenamento naval para o tráfego das embarcações comerciais, contendo canal, pontos de risco à navegação e sinalização, é organizado e disponibilizado pela Marinha do Brasil, com o Centro de Hidrografia da Marinha, via as cartas náuticas número: (a) Carta nº 2101: Porto do Rio Grande; (b) Carta nº 2110: Proximidades do Porto do Rio Grande.

Ao norte da barra estuarina/lagunar do Rio Grande, a costa segue desabrigada até a cidade catarinense e portuária de Imbituba em uma faixa de costa de 560 km, aproximadamente. Rumo ao sul da barra, a primeira presença de algum recorte da linha de costa um pouco mais naturalmente abrigado está nas cidades uruguaias de Punta del Este e Maldonado, a 450 km aproximadamente. Esse fator geográfico, remete a importância estratégica do Porto de Rio Grande para operação comercial da marinha mercante, da navegação pesqueira, da navegação de pesquisa científica oceanográfica e da navegação recreativa no eixo Buenos Aires – Montevideo – Santos – América do Norte / Europa / Canal do Panamá.

Em operação desde 1915, o Porto do Rio Grande tem grande importância para o desenvolvimento nacional (AUTORIDADE PORTUÁRIA DOS PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL, 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.

O Porto Organizado do complexo portuário do Rio Grande tem como competência processar embarcações oceânicas de rotas de longo curso e cabotagem e comboios hidroviários lacustres provenientes da navegação na Lagoa dos Patos e possível tráfego oriundo da Lagoa Mirim, e Canal de São Gonçalo. Os fluxos dos processamentos de cargas das embarcações contem-

plam exportação e importação, caracterizando o embarque e o desembarque de cargas.

O acesso intermodal ao porto, pelo lado terrestre, é realizado pelas modalidades rodoviária, ferroviária e dutoviária. Os sistemas rodoferroviários integram o porto para além dos limites fronteiriços do Brasil, conectando-se também à Argentina e ao Uruguai (Figura 10).

Figura 10: Mapa do complexo portuário do Porto do Rio Grande



Fonte: Porto do Rio Grande – Portos RS

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

Podemos afirmar que a evolução dos terminais desse porto está relacionada à gênese e ao grau de especialização dos terminais. O Plano Mestre do Rio Grande, realizado em 2013, atribui instalações do porto em quatro zonas (Figura 11 e Figura 12), sendo elas:

1. **Porto Velho:** Atualmente inoperante e destinado a atividades turísticas e atividade pesqueira. Classificado como um Porto Primário e Convencional com operações de carga geral solta, atividade essa hoje obsoleta do ponto de vista de produtividade e custos. Além disso, o mesmo terminal encontra-se sem área de expansão retroportuária devido ao próprio desenvolvimento e crescimento urbano nos arredores do cais;
-
2. **Porto Novo:** Onde se encontra o cais público do porto, cujas principais movimentações são de fertilizantes, celulose, veículos e cargas. Considerado tecnicamente superior ao Porto Velho, conta com um maior arranjo organizacional das áreas destinadas a atividades portuária, tais como, cais, armazéns, sistema viário e equipamentos. São aproximadamente 2.150 m de linha de cais, com face Oeste (O) e abrigados pela Ilha do Terraplino de Leste, contando com canal de acesso de 13,8 m de profundidade e 150 m de largura. A área conta com uma face de aproximadamente 625 m, com face Nordeste (NE), correspondente a área inativa do estaleiro QGI, conforme legenda na cor alaranja na Figura 13.
-
3. **Superporto:** O segmento mais moderno e com menor interferência da pressão urbana de vizinhança a infraestrutura portuária, onde estão localizados os Terminais de Uso Privativo (TUP) assim como os arrendamentos. Contém uma significativa oferta de áreas para expansão retroportuária para atividades: (a) relativas aos processos de importação e exportação cargas; (b) construção e manutenção naval; (c) potencial de polo ou condomínio industrial manufatureiro relacionado a cargas aptas ao porto, inseridas no contexto regional, ambiental e legal; (d) expansão do sistema ferroviário com a implantação de pátio e para ferroviários para classificação de vagões e manobras de composições; e (e) aumento da capacidade rodoviária de acesso, com a duplicação do sistema viário e construção de interseções em desnível;
4. **São José do Norte:** área potencial de expansão, onde as atividades portuárias ainda não estão desenvolvidas. No entanto, a instalação do Estaleiro EBR próxima a essa área poderá estimular esse desenvolvimento.

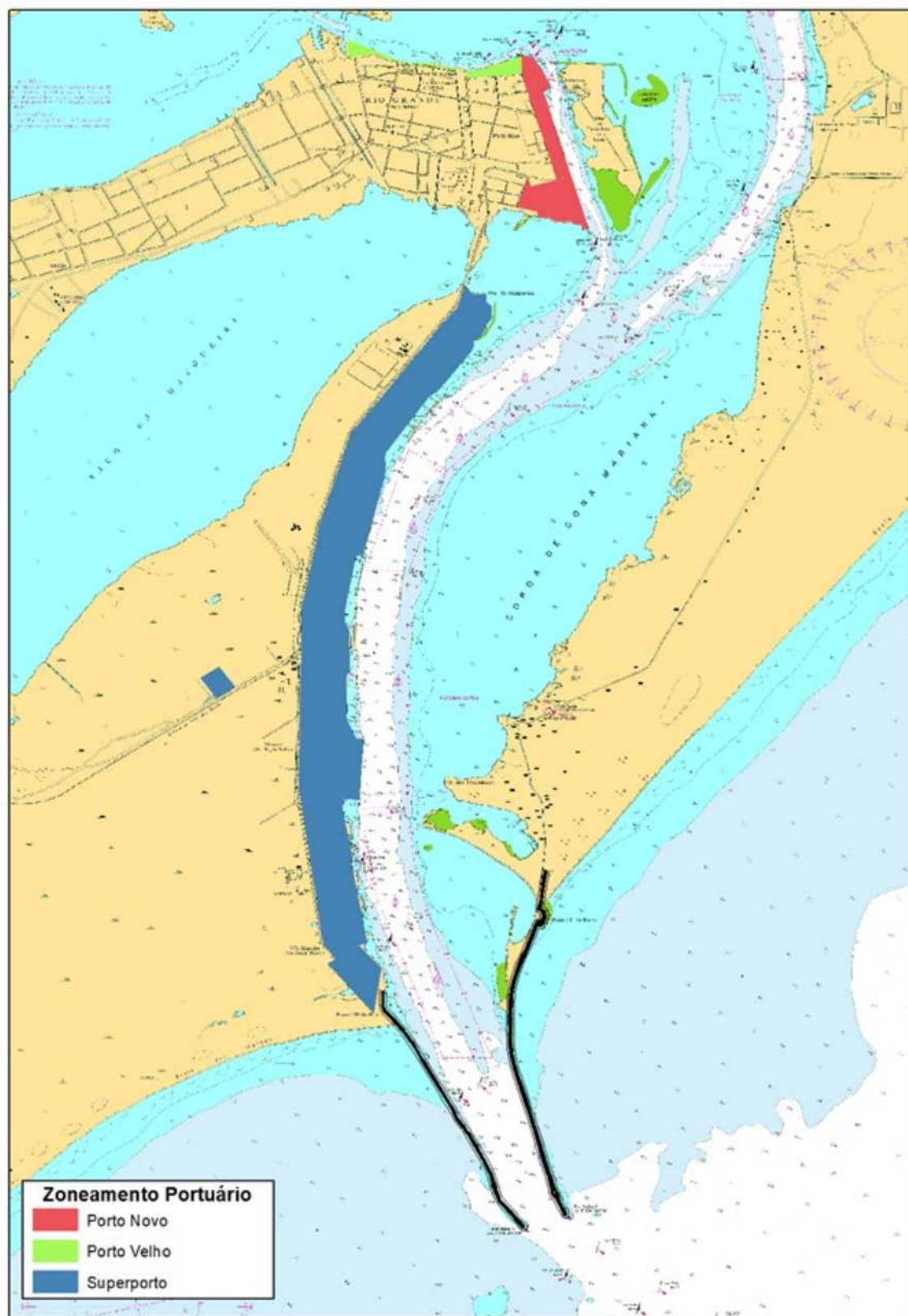
Figura 11: Carta Náutica do Porto de Rio Grande**Fonte:** Marinha do Brasil

Figura 12: Zoneamento Portuário



Fonte: elaboração própria, com base no PDZ Porto de Rio Grande, 2021.

Figura 13: Porto Novo: Localização, abrigo da Ilha do Terrapleno Leste e Uso do Cais



Fonte: elaboração própria, com base no Google Earth e PDZ Porto de Rio Grande.

Pode-se afirmar que a evolução dos terminais do porto do Rio Grande está relacionada à gênese e ao grau de especialização dos terminais. Em relação às operações do porto, verifica-se uma expansão da capacidade de movimentação de cargas, com crescimento até o ano de 2018 e uma retração nos anos de 2019 e 2020. O histórico de aumento das movimentações de toneladas em peso bruto de cargas do Porto do Rio Grande para os anos entre 2010 e 2020 podem ser vistos nas Figura 14 e Figura 15.

Figura 14: Histórico da movimentação do Porto do Rio Grande



Fonte: elaboração própria, com base no Anuário ANTAQ, 2021b.

Para o ano de 2020, suas cinco maiores mercadorias em milhões de toneladas foram respectivamente contêineres (7,62 t), soja (4,58 t), pasta de celulose (3,31 t), adubos fertilizantes (2,85 t) e petróleo e derivados (1,55 t) como se vê na Figura 15.

Figura 15: Cinco maiores mercadorias (carga) em milhões de toneladas para o Porto do Rio Grande



Fonte: elaboração própria, com base no Anuário – ANTAQ, 2021b.

4.1.1.1. Principais infraestruturas e superestruturas

Porto Novo

O Porto Novo conta com uma supressão da expansão da zona portuária e retroportuária em decorrência da mancha urbana lindeira. O arranjo portuário demonstra traços para operações de múltiplo uso, sendo enfatizados a operação de cargas e embarcações conforme descrito a seguir:

- **Neogranéis:** no Porto Novo são constatados o processamento de máquinas e implementos agrícolas e automóveis em navios roll on/roll off. Em navios self-sustained (equipamentos e guindastes de bordo) são observados o embarque de madeira em toras e fardos/bobinas de celulose.
- **Granéis Sólidos:** nessa categoria de carga no Porto Novo são observados o desembarque de fertilizantes, insumos para fertilizantes e cereais para a indústria de bebidas. Os equipamentos utilizados são guindastes grabs para captação dos granéis nos porões dos navios e transferência direta à caçamba basculante dos veículos rodoviários de carga, com o uso de tremonha/funil/moegas.

Os principais equipamentos utilizados para a movimentação do embarque dos neogranéis são guindastes móveis sobre pneumáticos e apoiadas por sapadas hidráulicas apoiadas sobre a superfície do cais.

O apoio operacional à movimentação de cargas é realizado pelo conjunto de equipamentos de solo formado por escavadeiras, pá-carregadeiras, empilhadeiras, reachstacker e balanças para veículos rodoviários de carga. Uma série de fotos dos equipamentos são apresentadas logo abaixo, na Figura 16.



Figura 16: Registro fotográfico da visita técnica ao Porto Novo: A) guindaste portuário com grab para descarga de granéis; B) tremonhas para carregamento rodoviário; C) equipamentos agrícolas para embarque ro-ro; D) escavadeira para apoio operacional; E) vista do cais corrido e cabeços de estaiamento; e F) balança para veículos rodoviários de carga.

Fonte: acervo próprio.

O Porto Novo apresenta 26 unidades de armazenamento, compostos por um conjunto de armazéns horizontais e longilíneos em alvenaria convencional, bateria de silos verticais em concreto para grãos agrícolas e pátios para automóveis e madeira em toras. O sistema de armazenagem do Porto Novo conta com área total de 241 mil m², correspondente ao volume de 441 mil m³. A distribuição, segundo o tipo de carga, é observada na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16: Sumarização descritiva do sistema de armazenagem do Porto Novo

Sistema de Armazenagem / Tipo de Carga	Área (m ²)	Volume (m ³)
Armazém Horizontal	65.907	413.761
-	3.723	30.713
Carga Geral	21.196	174.863
Grãos Sólidos	15.754	
Neogranéis	25.235	208.185
Pátio	165.404	
Neogranéis	165.404	
Silos Verticais	4.680	
Grãos Sólidos	4.680	
Frigorífico	5.048	27.666
Total	241.038	441.427

Fonte: elaboração própria, com base no PDZ Porto de Rio Grande.

Superporto

No contexto estratégico de infraestrutura de transporte e logístico do Estado do Rio Grande do Sul, ao avaliar superficialmente as condições atuais “lado terra” do Superporto, sem considerarmos litígios, legislação ambiental, zoneamento urbano e demais conflitos de interesse, pode-se inferir que o Superporto não é o gargalo logístico para o desenvolvimento econômico e regional do Estado. Percebe-se, no entanto, que são necessários investimentos para capacitação de processamento de grandes volumes a níveis de serviço adequado e com menores impactos do tráfego dos sistemas viários de acesso terrestre - rodoviário e ferroviário.

Segundo o modelo de gestão de porto proprietário preconizado, conta no atual zoneamento portuário o arrendamento de áreas públicas de posse da Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG) a empresas privadas. A SUPRG concede a operação da movimentação de cargas, a instalação e a manutenção de equipamentos portuários e instalações prediais em uma área estabelecida no contrato de arrendamento. Nesse contexto, o Superporto conta com os respectivos terminais/empresas:

POLIGONAL DE GRANÉIS LÍQUIDOS E FERTILIZANTES

- **Braskem:** terminal opera cargas líquidas químicas (MTBE, Metanol, Nafta, Benzeno, Tolueno, Xilenos, Pygas, Gasolina, Refinado C6C8, C7C8 aromático, ETBE e resíduos de hidrocarbonetos) e transbordos de gases liquefeitos de petróleo (Eteno, Propeno, Butadieno e Buteno 1). A estrutura de acostagem é píer em L, com ponte de acesso de 184 m, contendo passarela operadores e estrutura para tubulações e mangotes. A acostagem do píer estende-se por 75,7 m contendo 3 dolfin para estaiamento das embarcações. Possui dois dolfin externos e alinhados ao píer para auxílio ao estaiamento, distando entre si 267 m. Essa infraestrutura possibilita ao píer operar navios de LOA limitados a 207 m. O calado máximo operacional é de 32 pés (9,75 m). O sistema de armazenagem da Braskem é formado por 10 tanques atmosféricos em aço carbono, com capacidade estática total de 40.600 m³. Os tanques são cilíndricos sendo duas unidades com diâmetro de 21,3 m e altura de 12,2 m (área velica unitária: ~260 m²) e os demais oito tanques de 18,8 m de diâmetro e 14,5 m de altura (área velica unitária: ~273 m²). O sistema de armazenamento de gases liquefeitos é constituído por 22 vasos cilíndricos verticais, com capacidade total de 2.630 m³. O terreno do terminal conta com face frente a linha d'água com aproximadamente 185 m, entre a portaria e o acesso à ponte do píer. Essa face encontra-se na posição Noroeste (NO). Esse píer não é de dedicação exclusiva da Braskem. Há um sistema dutoviário interligando os conectores de mangotes à unidade retroportuária da Granel Química e da Yara Fertilizantes, localizadas a Av. Almirante Maximiano Fonseca. O terminal da Braskem processa cargas hidroviárias provenientes da unidade fabril de Triunfo (RS), via Lagoa dos Patos – Lagoa Guaíba – Rio Jacuí. Há também a possibilidade de recebimento de caminhões tanque, porém como opção secundária à logística inbound.
- **Transpetro e Petrobrás:** os terminais operam a movimentação de petróleo, derivados de petróleo, produtos especiais, tolueno e xileno. Capacitados em operar transbordo de GLP, abastecimento de navios e podem receber cargas de etanol. Os terminais são vizinhos entre si e para acostagem de embarcações utilizam um píer em T, segmentado no Ponta Sul, com 218 m de extensão e no Ponta Norte, com 80 m de extensão. O dolfin externo norte estende a acostagem em mais 26 m, enquanto segmento sul possui mais dois dolfins externos, acrescentando o píer em 73 m. Assim, operacionalmente a Ponta Norte opera embarcações com comprimento roda a roda – length overall (LOA) máximo de 150 m e calado de 33 pés (10 m). A Ponta Sul opera com embarcações com LOA máximo de 225 m calado de 40 pés (12,2 m). O acesso ao píer é realizado por uma ponte de 150 m. O sistema de armazenamento é constituído por conjunto de 24 tanques com capacidade 99,4 mil m³. Os terminais apresentam a face exposta à linha molhada no sentido Noroeste (NO), com uma extensão de 810 m.
- **Yara Fertilizantes:** o terminal Yara processa insumos para fabricação de fertilizante e o fertilizante em si. São movimentados fosfato monoamônico, fosfato diamônico, superfosfato triplo, rocha fosfática, sulfato de amônio, ureia, ácido sulfúrico e cloreto de potássio. Os fertilizantes finais são de macronutrientes vegetais da família NPK. O “lado água” do terminal é formado por um píer misto

em T com um finger intermediário. O píer processa embarcações oceânicas e hidroviárias do sistema lacustre contendo três berços de atracação. O trecho principal contém 360 m de comprimento, com profundidades de 40 pés (12,2 m) no berço sul e 32,8 pés (10 m) no berço norte. Contém um dolfin externo no trecho sul. O finger interno tem extensão aproximada de 130 m. Todos os berços são automatizados em sistema guindaste grab e transportares contínuos. São dois guindastes Terex-Gottwald G HSK 6448 B, instalados sobre sistema de trilhos e tremonha anexada no conjunto guindaste-grab-esteira transportadora. As taxas de processamento são de 1200 t/h do guindaste e 1500 t/h do sistema tremonha-moega. As correias transportadoras operam a 900 t/h e 500 t/h no píer oceânico e a 150 t/h para as chatas hidroviárias. O sistema de armazenamento consiste em três armazéns horizontais com área total de 17.880 m², tendo a capacidade estática de 109.700 t. O terreno do terminal da Yara possui a face molhada com uma extensão aproximada de 1.109 m, com a posição predominante no sentido Noroeste (NO).

POLIGONAL GRANÊIS AGRÍCOLAS

- **Bunge Alimentos:** A Bunge Alimentos opera o embarque de grãos, farelos e óleos vegetais. Contratualmente a empresa conta com Servidão de Passagem Onerosa para prover o acesso ao “lado água” da operação. As respectivas infraestruturas de armazenagem, recebimento e expedição terrestres, área administrativa encontram-se fora da poligonal do Porto Organizado. A área da servidão provém somente a instalação do transportador contínuo e a infraestrutura de acostagem. O píer consiste em uma estrutura em T, com 412 m de acostagem, contendo 3 dolphins anexos ao píer e 3 dolphins remotos. A ponte contendo a passarela para operadores e a estrutura de suporte do transportador contínuo tem uma extensão entre o píer e a margem de aproximadamente 115 m. A extensão do transportador contínuo entre a ponte até o armazém é de aproximadamente 690 m. A respectiva estrutura de acostagem encontra-se na posição Oeste (O). Não há dados públicos no PDZ do Porto de Rio Grande que informe sobre os equipamentos existentes no terminal. Por imagens de satélite do ano de 2021, infere-se que o píer tem um shiploader e algum sistema dutoviário com guincho pórtico para conexão de mangote para o processamento de embarque de óleo vegetal. O sistema de armazenagem conta com dois armazéns horizontais, com área total de 42.000 m², correspondendo a 157.000 t, destinados a grãos e farelos. A armazenagem de óleo vegetal é realizada em cinco tanques com capacidade total de 42.000 t. Acesso terrestre ocorre pelos modos rodoviário e ferroviário.
- **Bianchini:** Esse terminal também se caracteriza como Servidão de Passagem Onerosa, tendo a estrutura de armazenagem externa à poligonal do Porto Organizado. Opera com o transporte de soja, milho, trigo, cereais diversos, farelos de soja, óleo de soja, cavacos de madeira e arroz. A estrutura de acostagem é um píer no formato T alterado, tendo no tronco principal a estrutura do transportador contínuo. Na extremidade norte há uma passarela de acesso dos operadores. O alinhamento da estrutura de acostagem é a face Oeste (O), com extensão de 281 m e conjunto de 7 dolphins de estaiamento de navios, aptas ao calado operacional de 42 pés (12,2 m). No píer encontram-se instalados dois shiploaders

e sistema dutoviário com conectores de mangotes para a operação com o óleo vegetal. A passarela operacional de funcionários tem extensão de 101 m e largura de 3 m. O sistema de armazenagem é constituído por 5 armazéns horizontais, com área total de 113.000 m² com capacidade de 980.000 t. Possui 8 tanques para processamento de embarque de óleo vegetal, contendo capacidade estática de 50.000 t (CELIATO, 2010). O acesso ao terminal por via terrestre é rodoferroviário.

- **CCGL Tergrasa:** O terminal da Tergrasa opera a movimentação de soja, milho, trigo e arroz. Possui acesso terrestre por modo rodoviário e ferroviário. A infraestrutura ferroviária interna ao terminal conta com geometria no formato de pera, otimizando o processo de manobras e transbordo de carga. No “lado água” o terminal processa embarcações oceânicas e hidroviárias. A infraestrutura de acostagem dos navios é em píer no formato L, com extensão de 412 m, dimensionados para embarcações de 42 pés (12,2 m) de calado operacional. As embarcações hidroviárias ocorrem em cais corrido de 586 m, sendo que a área de embarque do shiploader contém cobertura de aproximadamente 190 m para proteção a chuva. O píer conta com 14 cabeços de estaiamento e dois dolphins remotos nas extremidades norte e sul da estrutura. O cais possui 25 cabeços de amarração. Ambas as estruturas possuem defensas de proteção de casco e estrutura civil. O armazenamento é realizado com um conjunto de 100 células e 64 intercélulas de bateria de silos verticais e 3 armazéns horizontais, totalizando a capacidade de 435.200 t e volume de 485.523 m³. A extensão lindeira à lâmina d’água é de aproximadamente 830 m, com posição a Oeste (O).
- **CCGL Termasa:** O terreno do terminal da Termasa apresenta posição Oeste (O) e contém extensão de 250 m com a lâmina d’água do canal. A acostagem das embarcações marítimas é realizada por um píer em T, com extensão de 350 m e calado operacional de 42 pés (12,2 m) e 4 dolphins de estaiamento. O sistema de carregamento é contínuo com a associação de esteira transportadora e três shiploaders. A armazenagem é realizada pelo agrupamento de 4 silos verticais e 9 armazéns horizontais. Os armazéns totalizam a capacidade de 255.000 t e os silos totalizam 20.000 t. A altura dos silos é de 25 m. O terminal processa nas embarcações cargas agrícolas, tais como, soja, milho, trigo e arroz.

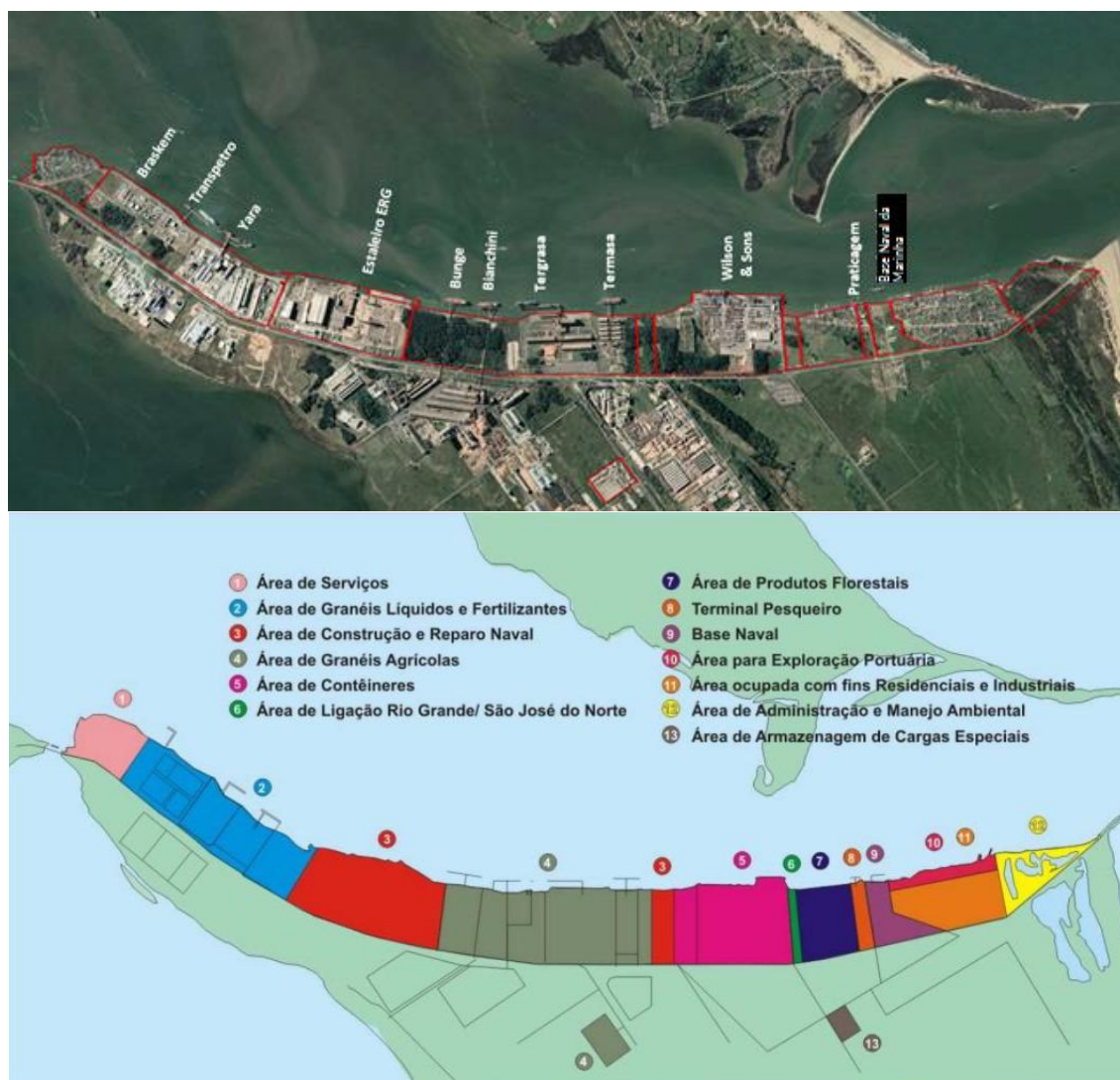
POLIGONAL DE CONTEINERES

- **TECON Rio Grande:** O terminal de carga geral unitizada em contêineres da TECON Rio Grande é o mais próximo do conjunto de molhes de proteção a entrada no sistema estuarino/lagunar do Porto de Rio Grande. O layout consiste em um cais corrido associado a um pátio de contêineres. O alinhamento do cais apresenta face Oeste (O) em relação ao canal de acesso, tendo a extensão de 900 m, calado operacional de 42 pés (12,2 m) e possui 3 berços de atracação. Ao longo do cais encontram-se instalados 36 pares de cabeços de amarração e defensas metálicas. O terminal conta com um pátio pavimentado para contêineres com 283.068 m², capacitando a acomodação de 32.293 TEUs. Para auxiliar processos de fiscalização, remanejo e estufagem de contêineres tem-se armazém fechado com 17.000 m² de área funcional. O embarque e desembarque dos contêineres é realizado por três portêineres Post-Panamax, sendo duas unidades com capaci-

de de 50 t e uma de 40 t. As movimentações nos pátios e pilhas são realizadas por guindastes-pórtico sobre pneus, guindastes móveis, empilhadeira de contêineres, empilhadeiras convencionais e tratores de pátio.

As áreas e os respectivos terminais podem ser visualizados através da Figura 17.

Figura 17: Superporto: Localização, Zoneamento Portuário e Terminais/Empresas



Fonte: elaboração própria, com base no Google Earth e PDZ Porto de Rio Grande

Outras infraestruturas importantes ao Porto são:

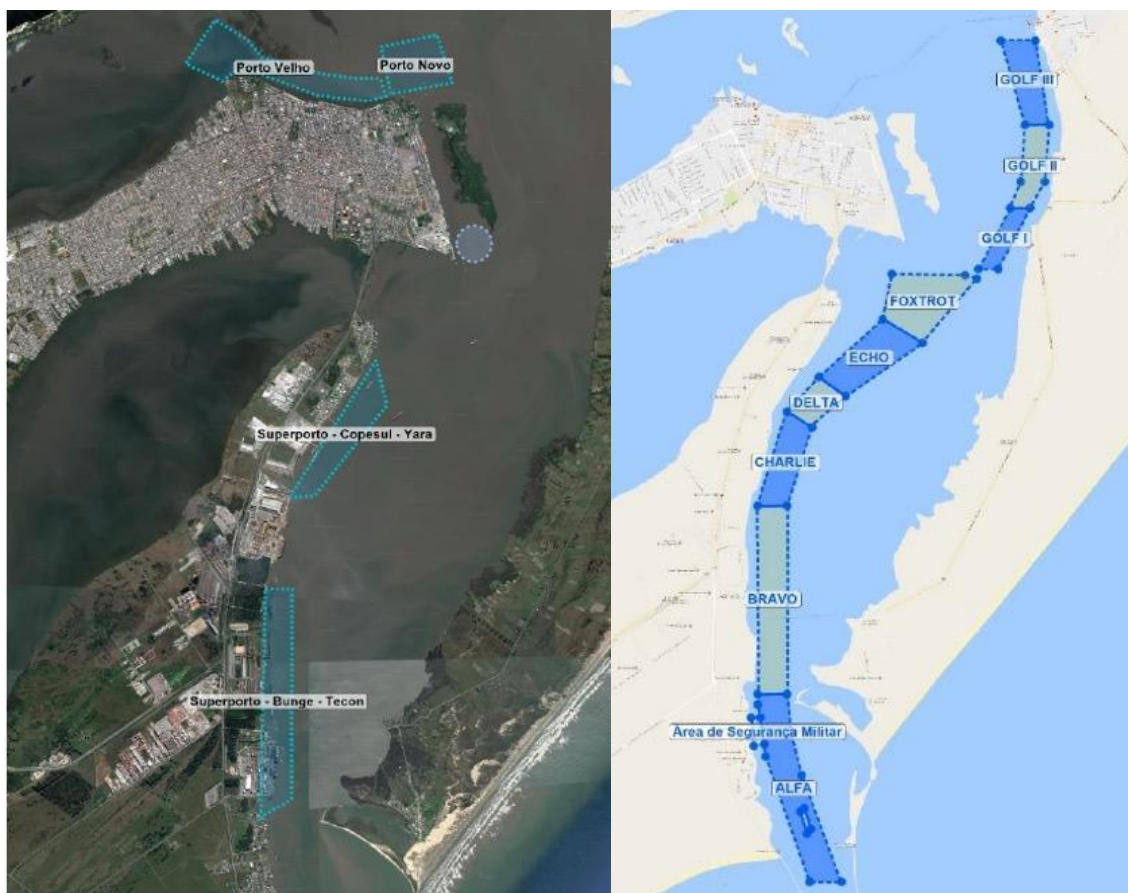
- **Molhes da Barra:** são estruturas de Engenharia Portuária destinadas à proteção do canal de acesso perante as condicionantes de ondas e ventos, atenuando assim o regime de turbulência das águas oceânicas. O Porto de Rio Grande conta com dois molhes, leste (4.850 m) e oeste (4.060 m), executados em enrocamento e tetrópodes. O afastamento entre ambas as extremidades do molhe leste e oeste é de 550 m e gradativamente até chegar à linha da praia o afastamento entre as estruturas é na ordem de 1.400 m. Por entre a estrutura, encontra-se o canal de navegação. Enfatiza-se aqui, que essa infraestrutura é essencial e garante a entrada e saída das embarcações. A avaliação as built das atuais estruturas quanto a geometria, o desenho da sessão tipo dos molhes, a eficiência e a performance operacional e funcional para a Praticagem não são objetos a serem avaliados nesse estudo, mas indica-se que foi relatado algumas características que atrapalham a navegação. Esse assunto é relatado mais à frente no estudo.
- **Canal de Acesso:** Os acessos aos distintos zoneamentos portuários são realizados pelo Canal de Acesso. É um elemento geométrico longilíneo, com sessão padrão trapezoidal constando de três elementos geométricos: (a) a primeira é a profundidade do canal, definida por elementos geométricos da embarcação e perturbações ambientais, sendo elas, calado da embarcação, pé-de-piloto, oscilação de marés principalmente na baixa mar, ondas de projeto, camada de sedimentação marítima e estuarina e um coeficiente de segurança; (b) o segundo elemento geométrico refere-se aos ângulos do trapézio, que define-se em relação ao comportamento geotécnico do tipo de solo do fundo do canal; (c) a terceira dimensão geométrica refere-se a largura do canal, sendo ela monodirecional (uma embarcação circulando por sentido, tendo a necessidade de regulação de passagem) ou bidirecional (duas embarcações podem circular em fluxos opostos). Essa dimensão considera a largura da embarcação o afastamento entre o término do talude e um notório coeficiente de segurança entre as embarcações, considerando fatores de ondas, fatores de controle direcional relativos aos efeitos de ondas e ventos. Nos trechos em curvas no canal, também se considera elementos de sobrelargura. O Porto do Rio Grande conta com quatro segmentos básicos de canais de acesso, conforme observado na Tabela 17 a seguir. O Porto Velho não possui mais operações com a Marinha Mercante restringindo-se a atividades recreativas, de pesquisa e na travessia urbana da balsa entre Rio Grande e São José do Norte. Os demais canais têm característica física para canais bidirecionais, porém, conforme condições climáticas e de vento, tanto a Praticagem e a Capitania dos Portos podem regulamentar o tráfego na barra para fluxo monodirecional, somente para entrada ou saída. A conformação dos canais é afetada pelos processos de sedimentação marinha e fluvial perdendo assim o padrão trapezoidal da sessão. Esse problema não somente é encontrado nos canais de acesso, mas também nos berços de atracação em cais corridos e píeres. A perda da profundidade acarreta na quebra da capacidade efetiva de embarque das cargas nos porões dos navios, acarretando na quebra de estiva dos navios. A correção desse problema é a realização corriqueira dos serviços de dragagem do canal de acesso, retornando assim a conformação da sessão tipo do canal.

- **Bacias de Evolução:** são áreas destinadas a manobras das embarcações, apresentando profundidade segura e adequação locacional para evitar conflitos de tráfego com outras embarcações. Contam também com uma conformação geométrica, padronizando assim a profundidade e os taludes do corte da dragagem. Há casos que a bacia de evolução é alocada em locais de profundidade natural da área portuária. No Porto do Rio Grande são 4 bacias de evolução (Figura 18): (a) Porto Velho, área em frente ao cais e limitados para navios de Comprimento Roda a Roda - Length Overall (LOA) de 100 m e calado de 15 pés; (b) Porto Novo: áreas ao sul, em frente a antiga área do Estaleiro QGI, ou ao norte após a Ilha do Terrapleno de Leste. Navios de LOA 150 m e calado de 31 pés; (c) Superporto: áreas em frente a Yara Fertilizantes, Tergrasa/Bunge Alimentos e após o TECON Rio Grande. Sem restrições de LOA e calado de 42 pés.
- **Fundeadouros:** local destinado para a ancoragem de navios, espera de liberação de berço, quarentena sanitária e restrições de tráfego noturno. Conforme a Figura 18, o Porto do Rio Grande possui um zoneamento específico para as áreas de fundeio. Geralmente são escolhidos locais de profundidade natural. Pode haver sistemas de sinalização física para indicar os locais de fundeio. Problemas de assoreamento podem afetar zonas de fundeio.
- **Sinalização náutica:** O Porto de Rio Grande conta com sistema homologado de sinalização náutica para identificar o canal principal, a ramificação para as saídas hidroviárias para o Porto de Pelotas e Porto do Rio Grande e o canal de travessia entre São José do Norte e Rio Grande. Conta também com um conjunto de faróis e boias luminosas para a aptidão ao tráfego noturno, identificando assim os canais, os pontos de risco eminente de choque e referência ao continente e terminais. A Figura 19 ilustra o cenário do sistema de sinalização náutica do Porto do Rio Grande.

Tabela 17: Características do canal de acesso do Porto de Rio Grande

Local	Largura do Canal (m)	Extensão (nm e m)	Calado Operacional (pés e m)	Profundidade (m)	Velocidade Máx. (nós e m/s)
Barra	230	9 nm / 16.668 m	42' / 12,80 m	14	8 nós / 4,1 m/s
Superporto	230	5 nm / 9.260 m	42' / 12,80 m	14	8 nós / 4,1 m/s
Porto Novo	200	2 nm / 3.704 m	31' / 9,45 m	10,5	5 nós / 2,57 m/s
Porto Velho	100	2 nm / 3.704 m	15' / 4,57 m	5	5 nós / 2,57 m/s

Fonte: elaboração própria, 2021 com base no PDZ Porto de Rio Grande.

Figura 18: Bacias de Evolução e Fundeadouros do Porto de Rio Grande

Fonte: elaboração própria, com base no PDZ Porto de Rio Grande

**Figura 19:** Sinalização Náutica do Porto de Rio Grande

Fonte: elaboração própria, com base no PDZ Porto de Rio Grande.

4.1.2. Histórico de impactos associados ao clima

O histórico de impactos associados ao clima busca responder às seguintes perguntas norteadoras:

- “Quais são os impactos (danos e prejuízos) que o porto tem sofrido devido aos eventos climáticos?” e
- “Quando ocorreram estes impactos?”

O Estado do Rio Grande do Sul tem seu clima classificado como subtropical úmido na classificação Strahler. As condições climáticas da região são afetadas por sistemas meteorológicos sinóticos, subsinóticos e fatores associados à circulação de larga escala e circulações locais da América do Sul (MARQUES, 2005).

Segundo o website da Autoridade Portuária Portos RS (2021), o município de Rio Grande, sede do Porto de Rio Grande, é caracterizado pelo clima subtropical marítimo, com temperatura mínima de 2°C e média normal de inverno de 13,4°C. No verão, a temperatura mínima é de 18°C e a média normal é de 22,6°C, com uma umidade relativa do ar variando entre 77% e 90%. A formação de geadas ocorre geralmente no período entre abril a outubro, com maior incidência nos meses de maio a agosto. Os ventos predominantes são de Nordeste, seguidos de Sudeste a Sudoeste, com velocidade média de 7,0 nós.

Em relação aos danos estruturais do Porto de Rio Grande, foi constatado através de entrevistas e consultas a bancos de dados, que o porto não possui uma série de dados que atribua relação entre danos estruturais dentro do complexo portuário devido a eventos hidrometeorológicos e oceanográficos. Portanto, não é possível afirmar quantos e quais danos estruturais já ocorreram pelos motivos previamente citados no porto em questão.

Primeiramente avaliando a série histórica de paralisações do porto para posterior análise de danos por ameaças climáticas, os dados demonstraram que essas paralisações ocorridas no Porto de Rio Grande duraram em média 3h23 min (194 minutos), tendo o ano de 2019 sido o ano de maior média, com 222 minutos de paralisação (Tabela 18). Entretanto, visto que a média aritmética é fortemente influenciada pelos valores extremos da série, é necessário destacar que não é possível atribuir alta confiabilidade à comparação entre essas médias, visto que, para alguns anos da série, existem meses faltantes nos dados.

Tabela 18: Paralisações históricas do Porto de Rio Grande para os anos de 2015 e 2020

Ano	Paralisação média (min)	Paralisação soma (min)	Horas	Dias
2015	236	89.775	1.496	62
2016	182	172.219	2.870	119
2017	175	139.077	2.317	96
2018	208	213.889	3.564	148
2019	222	185.483	3.091	128
2020	148	81.241	1354	56

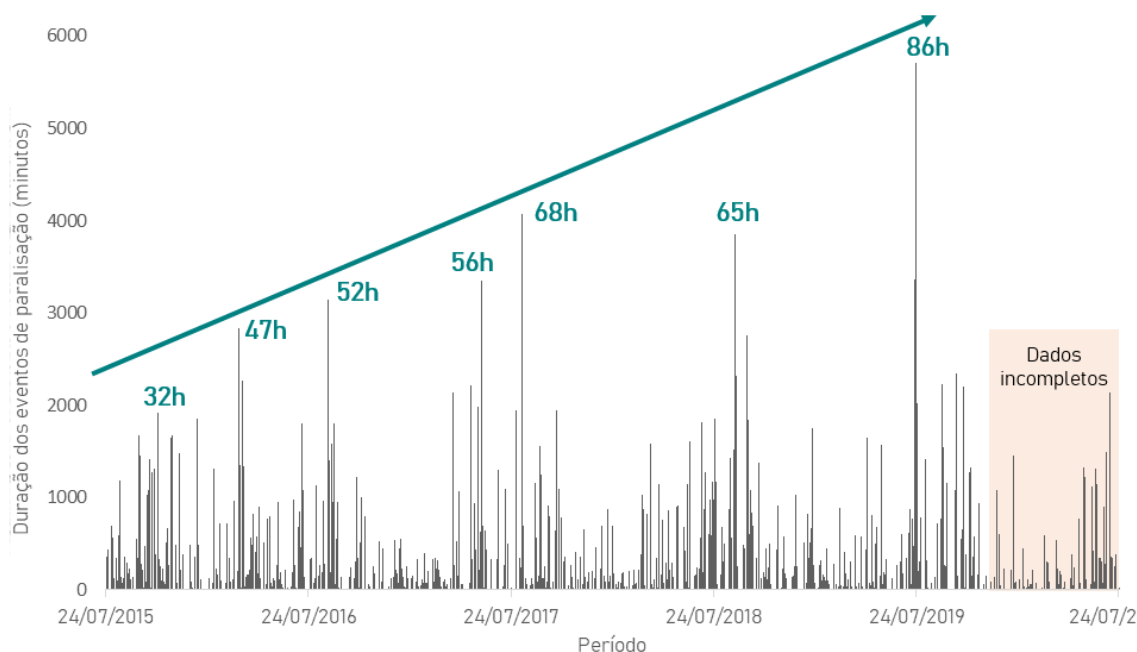
Fonte: elaboração própria.

Os dados destacados em vermelho na Tabela 18 referem-se à inconsistência de dados para os anos de 2015 e 2020.

Outro fator relevante é o aumento da durabilidade desses eventos com o passar dos anos, incluindo tendências significativas de quebra de recordes nos meses de julho e agosto. Em suma, ao longo desse período, os eventos de maior duração podem sugerir mudanças de comportamento na duração dos eventos de paralisação, abrindo espaço para que possamos prosseguir com a atribuição dessas mudanças a causas prováveis, bem como para sua modelagem.

Adicionalmente, esses eventos chamam a atenção quando observados os elementos gráficos da Figura 20, em que se identificam 7 eventos extremos de paralisação, sendo 5 deles com duração acima de 48 horas (2 dias) dentro do período analisado.

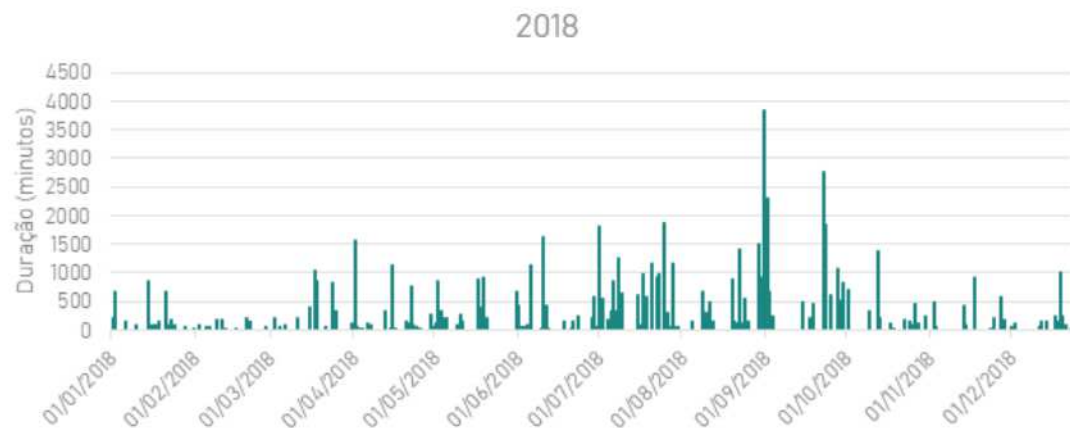
Figura 20: Histórico de paralisações para os anos de 2015 a 2020



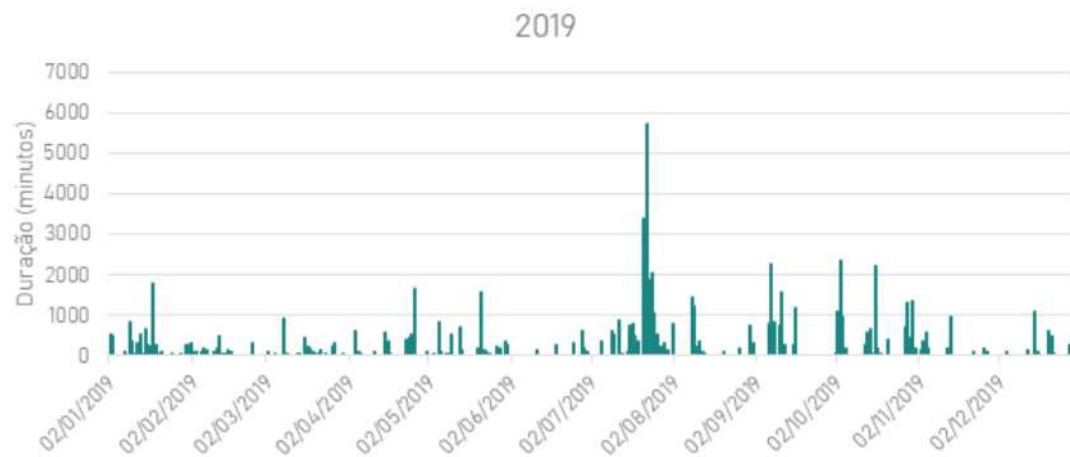
Fonte: elaboração própria.

Em termos da análise do histórico de paralisações ano a ano e analisando a distribuição gráfica, nota-se que o maior volume de paralisações ocorre entre agosto e outubro, provavelmente atrelado ao início da estação chuvosa e período de maior instabilidade atmosférica. Similarmente, as paralisações de maior duração também ocorrem entre agosto e outubro como pode ser observado na Figura 21 e Figura 22.

Na Figura 23, referente ao primeiro semestre de 2020, pode-se notar, inclusive, o aumento dos volumes de paralisação com maior duração a partir do início do inverno, que passa a ser um fator significativo na análise.

Figura 21: Histórico de paralisações para o ano de 2018

Fonte: elaboração própria.

Figura 22: Histórico de paralisações para o ano de 2019

Fonte: elaboração própria.

Figura 23: Histórico de paralisações para o primeiro semestre de 2020

Fonte: elaboração própria.

Em relação a busca de informações em portais de notícias sobre danos, os resultados da pesquisa apontaram, em sua totalidade, apenas danos operacionais, muitos deles associados às ameaças de ventos críticos e rajadas de ventos. Para maiores detalhes, a Tabela 19 apresenta os principais destaques reportados nas notícias e suas respectivas datas de ocorrência.

Tabela 19: Compilação de danos obtidos por pesquisa no Porto do Rio Grande

Ameaça	Tipo de Dano	Danos	Data	Observação	Fonte
Ventos críticos	Operacional	Impraticabilidade total do canal de acesso do Porto do Rio Grande	08/09/2021	Ventos fortes > 22,2 m/s	ZENOBINI, 2021.
Ciclone e Rajadas de Vento	Operacional	Canal de acesso ao porto do Rio Grande paralisado por mais de 45 horas	18/07/2021	Reportagem no dia 20, mas impraticabilidade no dia 18/07.	Grupo Oceano, 2021.
Ventos críticos	Operacional	O tráfego hidroviário foi interrompido para navios em Rio Grande. Embarcações de grande porte não poderiam navegar pelo canal do Porto do Rio Grande. Foi determinada impraticabilidade total do canal.	24/05/2021	Navios ficaram atracados no Porto de Rio Grande sem poder sair em razão da ventania que torna a navegação perigosa	TÂMBARA, 2021.
Ventos críticos	Operacional	O Navio John M Carras encalhou quando estava em processo de fundeio, também determinada a impraticabilidade do porto por quase 24h	01/07/2020	Praticagem determina impraticabilidade para ventos acima de 35 nós (18,01 m/s).	O Litorâneo, 2020.
Correnteza e Ventos críticos	Operacional	Paralisações das operações > 12h	15/04/2020	Segundo a Praticagem da Barra, a correnteza era de aproximadamente 1,67 m/s (3 nós) e o vento está em torno de 14,4 m/s (35 nós).	SILVEIRA, 2020.
Ventos críticos e Rajadas de Ventos	Operacional	Condição para navegação era totalmente impraticável. Paralisação de 24h.	10/10/2015	Rajadas de vento chegaram a 22,2 m/s e as ondas, a três metros de altura	GZH, 2015.
Correnteza	Operacional	Entrada e saída de navios suspensas por fortes correntezas	07/08/2015	-	ÁVILA, 2015.
Ventos críticos	Operacional	Paralisação das operações > 12h	26/08/2014	Ventos com rajadas de até 22,2 m/s que atingiram a região, causando paralisação das operações. Também registraram ondas de mais de 3 m de altura.	SILVA, 2014.
Correnteza e Ventos críticos	Operacional	Paralisação das operações	02/08/2011	-	Correio do Povo, 2011.
Ventos críticos	Operacional	Paralisações das operações > 48h	17/02/2010	Rajadas de vento chegaram a 25 m/s e ondas de até 4 m de altura	Governo do Estado do RS, 2010.

Fonte: elaboração própria.

4.1.3. Identificação da relação entre ameaças climáticas e impactos observados

A identificação e priorização das ameaças climáticas busca responder à seguinte pergunta norteadora:

- “Quais foram as variáveis hidrometeorológicas e/ou oceanográficas que causaram o impacto?”

Diante dos dados apresentados e das análises de correção efetuadas, para o Porto do Rio Grande no período do 1º semestre de 2020, pode-se inferir que:

- A variável Nebulosidade média – Nuvens baixas (%) é a variável que mais se mostrou estatisticamente correlacionada com o tempo de paralisação no primeiro semestre de 2020 (ρ de Spearman = 0.79);
- Em segundo lugar, a velocidade do vento medido a 10 metros de altura também se mostrou estatisticamente correlacionada com o tempo de paralisação (ρ de Spearman = 0.71);
- A precipitação, embora correlacionada com a nebulosidade, mostrou correlação menor com as paralisações. Mesmo assim, considera-se uma correlação média (ρ de Spearman = 0.49).

Importante ressaltar que, embora não tenha sido analisado, o porto identifica que a direção dos ventos também é uma importante variável que cria mais impactos. Em particular, o vento do quadrante sul-sudoeste pode trazer problemas à operação portuária.

Os períodos representados em cinza nas Figura 24, Figura 25 e Figura 26 foram incluídos no escopo da análise em função da inconsistência de dados. Esta inconsistência de dados se refere a dados faltantes ou dados extrapolados, outliers de erro de amostragem que não condizem com a realidade (ex.: precipitação de 8000 mm, 5 meses seguidos com precipitação elevada, etc.).

Figura 24: Análise de correlação entre a variável Nebulosidade Média – Nuvens Baixas e Paralisações no primeiro semestre de 2020

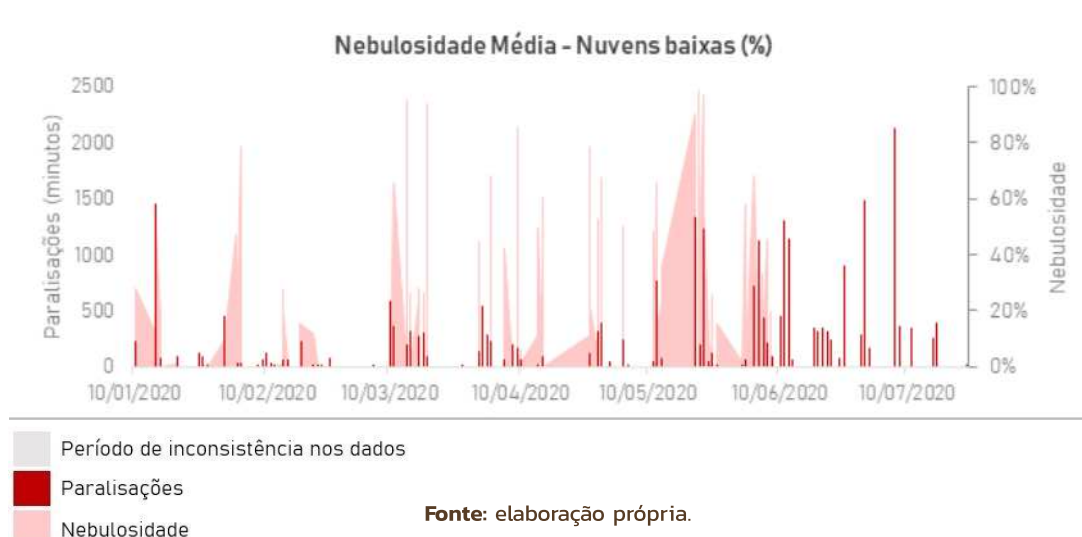
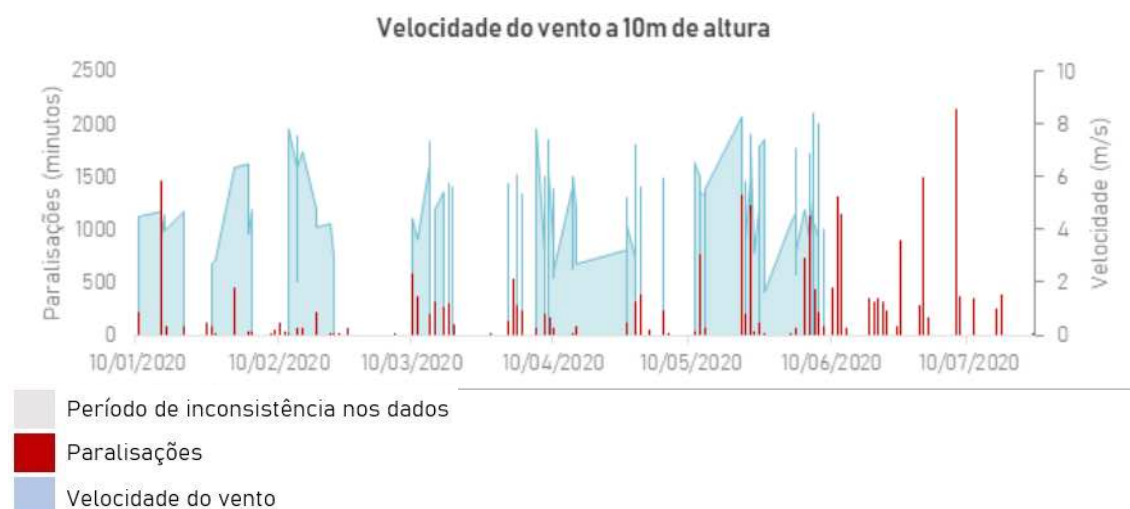
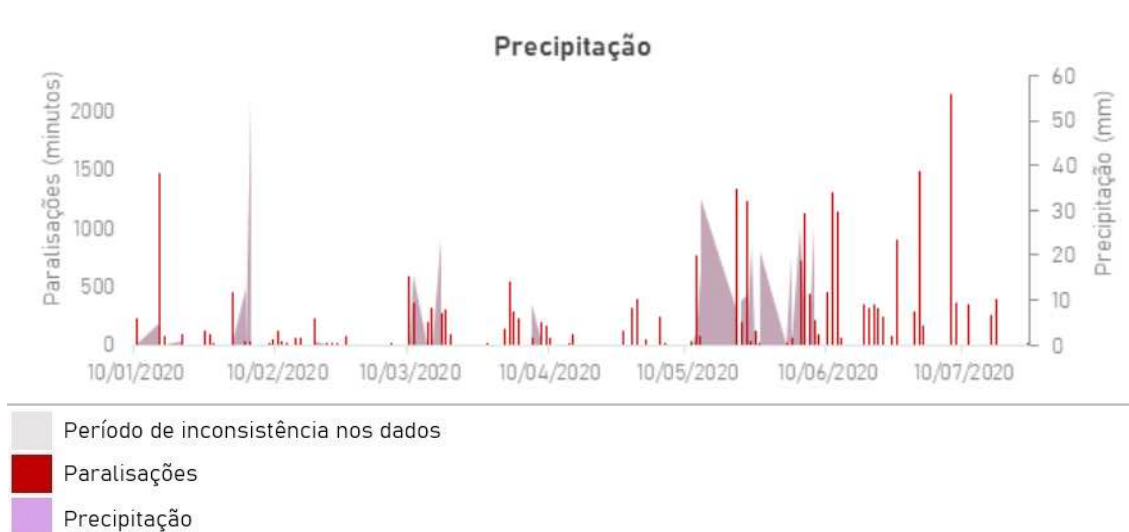


Figura 25: Análise de correlação entre a variável Velocidade do vento a 10m de altura e Paralisações no primeiro semestre de 2020



Fonte: elaboração própria.

Figura 26: Análise de correlação entre a variável Precipitação e Paralisações no primeiro semestre de 2020.



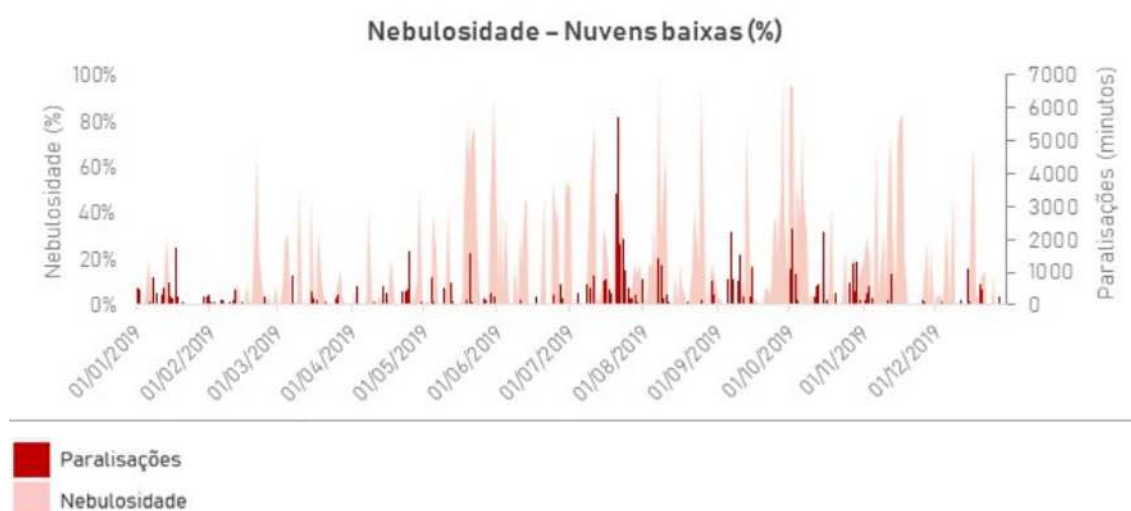
Fonte: elaboração própria.

Para o período do ano de 2019, pode-se inferir, a partir das Figura 27, Figura 28 e Figura 29 que no Porto de Rio Grande:

- Períodos com alta nebulosidade tendem a causar paralisações mais duradouras (ρ de Spearman = 0.81). Entretanto, os dados disponíveis demonstram que alguns períodos com nebulosidade acima da média não causaram paralisações severas (a ser investigado na etapa 2);
- A velocidade do vento apresenta alta correlação com a duração dos eventos de paralisação (ρ de Spearman = 0.64);
-
- A precipitação, embora possua correlação estatisticamente significativa (ρ de Spe-

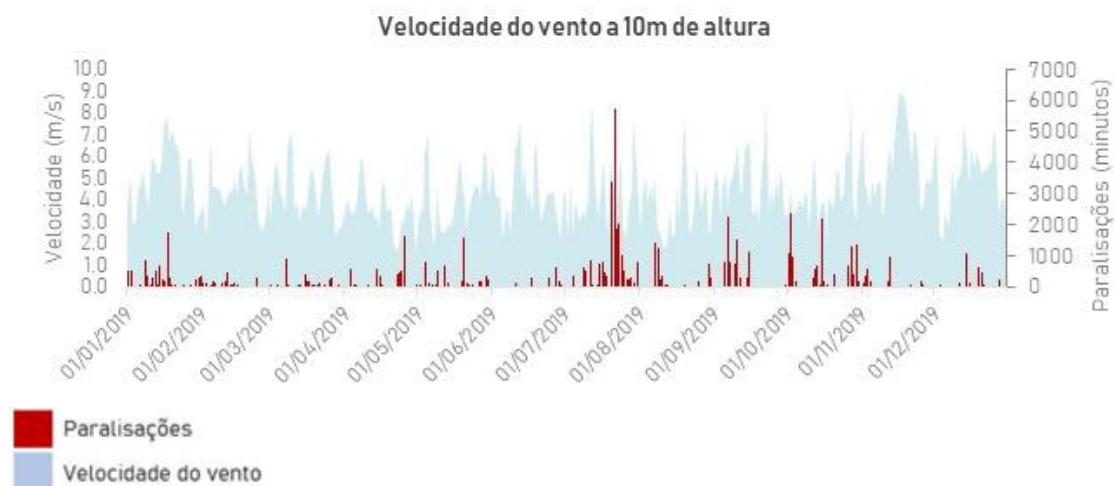
arman = 0.51), aponta a possível existência de um limiar após o qual os valores se encontrariam melhor correlacionados (a ser explorado na etapa 2).

Figura 27: Análise de correlação entre a variável Nebulosidade Média – Nuvens Baixas e Paralisações no ano 2019.

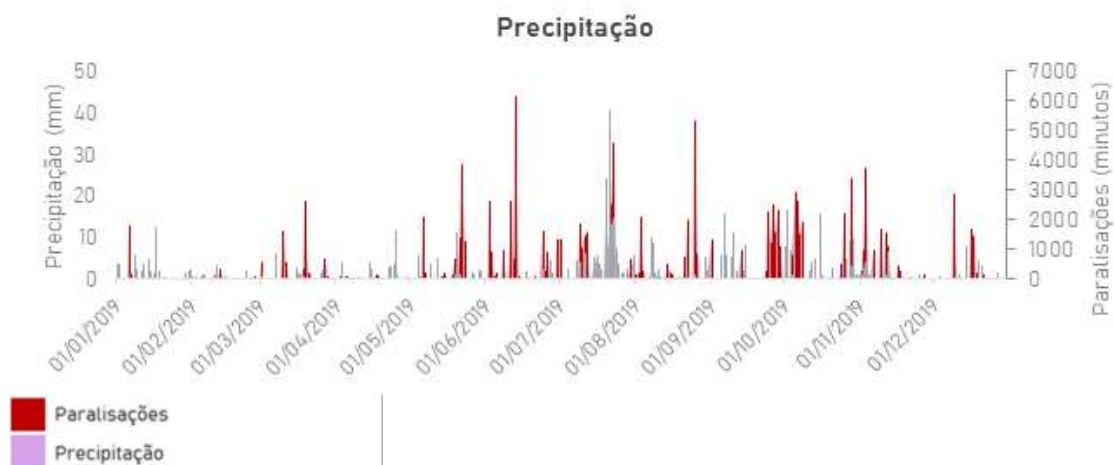


Fonte: elaboração própria.

Figura 28: Análise de correlação entre a variável Velocidade do vento a 10m de altura e Paralisações no ano de 2019.



Fonte: elaboração própria.

Figura 29: Análise de correlação entre a variável Precipitação e Paralisações no ano 2019.

Fonte: elaboração própria.

Apesar da ampla inconsistência ou ausência de dados, as análises nos apontam para a necessidade de uma maior atenção aos dias com alta nebulosidade, intrinsecamente ligados à dinâmica atmosférica regional, ou seja, ao deslocamento de massas de ar e correntes perturbadas sobre a região, fatores que podem ser alterados pelas mudanças climáticas globais, dentre elas, as mudanças nos índices de temperatura, umidade e velocidade do ar. Nossas análises alertam ainda para possíveis paralisações mais duradouras e mais recorrentes caso a velocidade dos ventos ultrapasse um limite de segurança a ser estabelecido.

4.1.4. Cadeias de impacto

As cadeias de impacto, descritas a seguir, buscam responder à seguinte pergunta norteadora:

“Qual é a relação de causa-efeito entre as ameaças climáticas e seus possíveis impactos?”.

As principais ameaças identificadas para o porto de Santos foram: vendavais, enchentes e inundação fluvial, ressaca, aumento do nível do mar e neblina. Na sequência são apresentadas as respectivas cadeias de impacto.

4.1.4.1. Vendavais

A alteração nos padrões de ventos, dada principalmente pela alteração da temperatura e outras variáveis relacionadas com as mudanças climáticas (MOSER et al., 2018), podem implicar em ventos mais fortes para a região de Rio Grande, podendo provocar uma série de impactos sobre a operação e danos estruturais ao porto.

Observou-se que os vendavais são efetivamente os responsáveis pela maior parte dos impactos à operação do Porto do Rio Grande, causando destelhamentos, queda de contêineres e paralisação da operação, dada as restrições de segurança.

Em condições de vento adversas, a Capitania dos Portos determina a paralisação de tráfego

do canal. Navios e equipamentos precisam ser ancorados para evitar que danos mais extensos sejam observados. Com isso, há também interrupção do processo de embarque e desembarque das cargas nos navios, o que leva a prejuízos econômicos para os terminais privados, arrendados e públicos.

Os ventos podem trazer ondas mais altas e com mais energia à costa e elas podem provocar danos estruturais ao porto, principalmente à acostagem. Isso pode acabar exigindo manutenções mais frequentes, que geram custos maiores à operação dos terminais.

Em geral, a quantidade e tipo de infraestrutura e de equipamentos são fatores de exposição dos portos, uma vez que podem ser afetados por um vendaval em função do seu limite de trabalho a determinadas velocidades de vento. Equipamentos mais modernos conseguem resistir e trabalhar mesmo sob condição de vento, sendo respeitados regras e protocolos de segurança laborais. O sistema de ancoragem de equipamentos mais modernos também evita que eles entrem em colapso ou gerem danos mais severos a outras estruturas. Determinadas cargas processadas no desembarque, com características pulverulentas, tais como alguns fertilizantes agrícolas, gipsita, calcário podem apresentar sensibilidade na operação dos guindastes grabs em função da formação de poeira em suspensão, danosa para a segurança dos funcionários, equipe de apoio e operação do equipamento de desembarque.

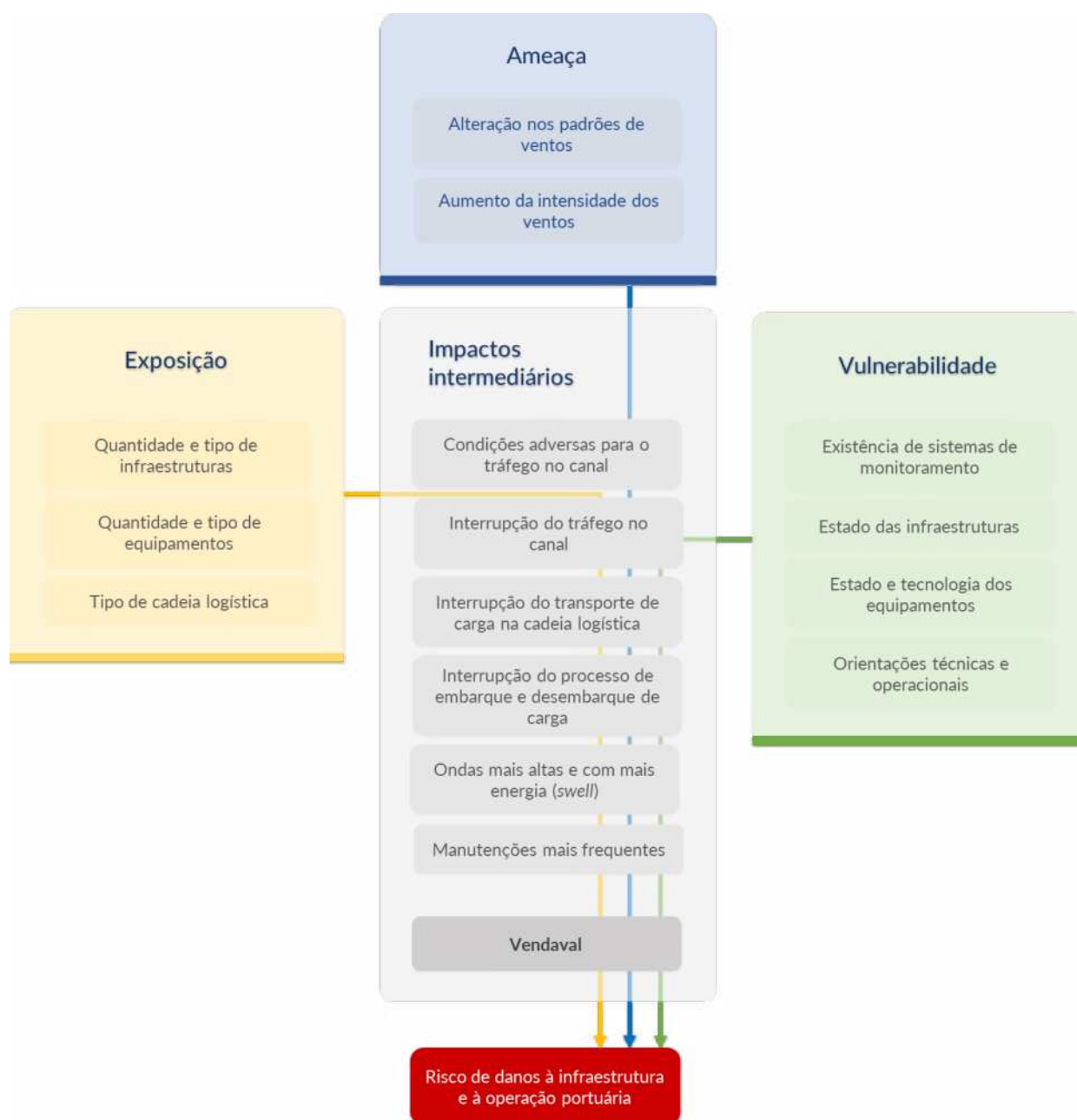
O tipo de cadeia logística também é um fator de exposição, uma vez que pode ser paralisada em função de ventos muito fortes, mesmo que não seja na região do porto. Com isso, o escoamento das importações ou o transporte do produto a ser exportado, não chega até o terminal na mesma velocidade em que o terminal trabalha e isso pode gerar interrupção no embarque/desembarque de carga nos navios.

Vale enfatizar aqui, que embarcações constam com diferentes portes, pesos e capacidades de carga. Esses fatores são definidos nos aspectos geométricos e construtivos das embarcações, tais como, deslocamento (displacement), comprimento total (LOA: length overall), boca e calado. Assim, uma determinada ocorrência de vendaval com uma intensidade, pode ser impeditiva para embarcações menores, e não restritiva a embarcações de maior porte.

A existência de sistemas de monitoramento é um importante fator de sensibilidade. Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda a sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Adicionalmente, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

O estado das infraestruturas e dos equipamentos também é um fator fundamental de sensibilidade. Estruturas mais antigas, com problemas estruturais, podem não suportar velocidades de vento que estruturas modernas suportam e podem sofrer impactos que levam a perdas econômicas.

Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 30. Embora tenha sido construída com base na literatura, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato fidedigno da realidade do porto, uma vez que os dados foram validados com os representantes do complexo portuário. Essa validação se deu através de reuniões e entrevistas com o porto.

Figura 30: Cadeia de impacto para vendavais em função da alteração nos padrões de ventos

Fonte: elaboração própria.

4.1.4.2. Enchentes e inundação fluvial

Chuvas mais intensas podem causar uma série de impactos às infraestruturas portuárias e, em casos extremos, até mesmo interromper a operação. Em geral, na operação de graneis sólidos, quando há chuva, mesmo que pequena, há interrupção da operação em função da característica da carga (fator de exposição), mas observa-se que a chuva, principalmente quando acompanhada de ventos, pode gerar impactos estruturantes a algumas infraestruturas. Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 31. Embora tenha sido construída com base na bibliografia, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato fidedigno da realidade do porto.

Chuvas intensas, e consequentemente as inundações e enchentes, podem provocar tanto interrupções no tráfego do canal de acesso, quanto na cadeia logística e no processo de embarque e desembarque de carga, especialmente se a carga for do tipo granel sólido, que não pode operar com umidade.

A quantidade e tipo de infraestrutura e de equipamentos são fatores de exposição dos portos, uma vez que podem ser afetados por chuvas muito intensas. Especialmente quando acompanhadas de ventos, elas podem causar destelhamento, colapso de estruturas e impedir o trânsito de máquinas e pessoas.

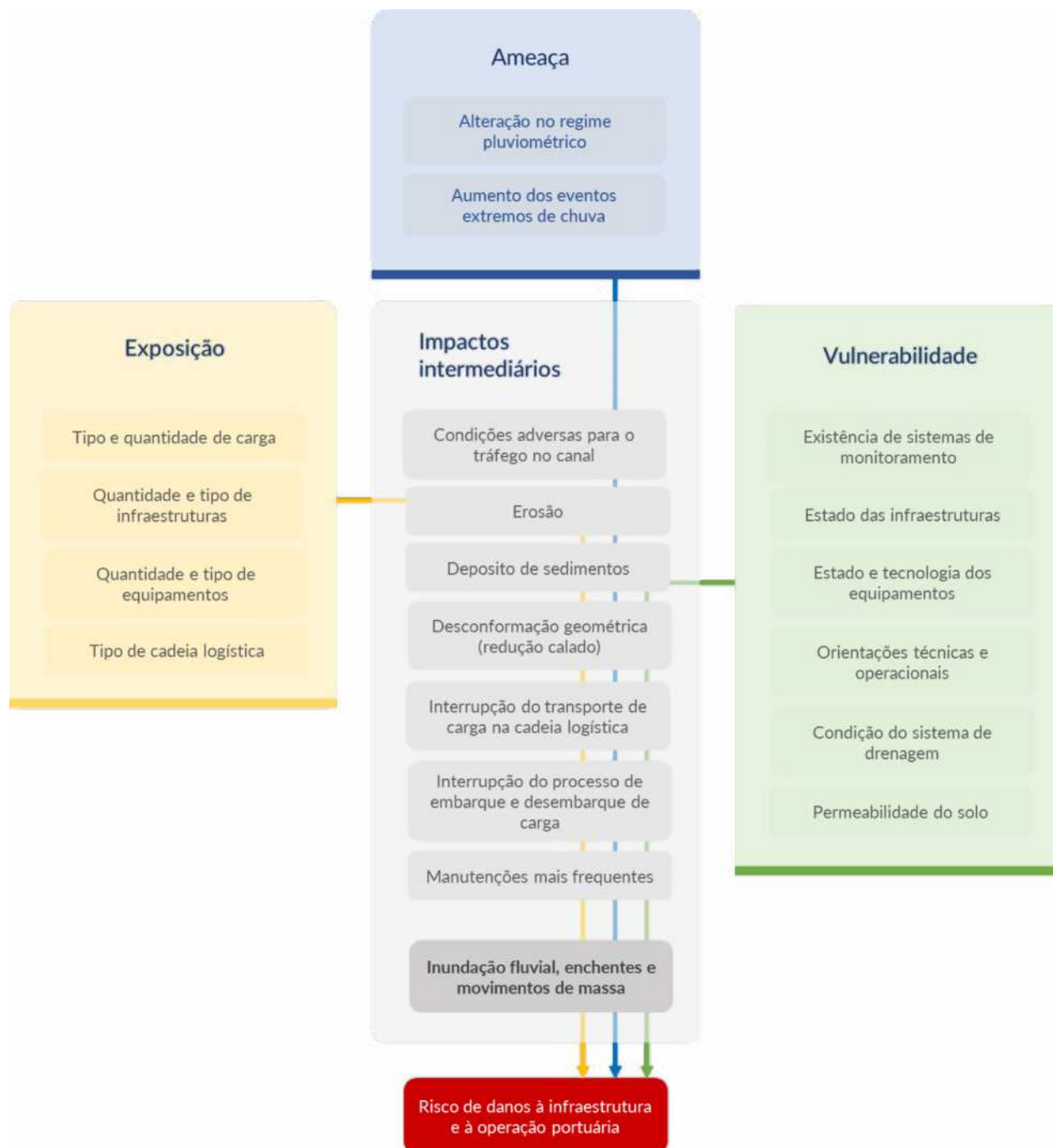
O tipo de cadeia logística também é um fator de exposição, uma vez que pode ser paralisada em função de chuvas muito fortes, mesmo que não seja na região do porto. Inundações do sistema viário ou da via férrea podem afetar a acessibilidade terrestre dos terminais, comprometendo a recepção ou a expedição de cargas marítimas. Com isso, o escoamento das importações ou o transporte do produto a ser exportado, não chega até o terminal na mesma taxa de processamento em que o terminal trabalha e isso pode gerar interrupção no embarque/desembarque de carga nos navios.

A existência de sistemas de monitoramento é um importante fator de vulnerabilidade (ligada à capacidade adaptativa). Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda a sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Adicionalmente, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

O estado das infraestruturas e dos equipamentos também é um fator fundamental de sensibilidade. Estruturas mais antigas, com problemas estruturais, podem não suportar chuvas fortes, principalmente aquelas acompanhadas de vento.

Por fim, a permeabilidade do solo da região do porto e as condições de drenagem podem reduzir o escoamento superficial, criando áreas inundáveis, que impedem a passagem de pessoas e máquinas e podem chegar a submergir parcialmente equipamentos importantes para a operação.

Figura 31: Cadeia de impacto para enchentes e inundação fluvial em decorrência de alterações nos regimes pluviométricos



Fonte: elaboração própria.

4.1.4.3. Tempestades

Segundo a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, 2022), três ingredientes básicos são necessários para a formação de uma tempestade: umidade, ar instável ascendente e um mecanismo

de elevação para fornecer este "empurrão". Com a formação das correntes de convecção pelo aumento da temperatura da superfície, o ar quente que ascende e chega nas partes mais altas da atmosfera, se condensa, precipita e forma uma instabilidade entre partículas de gelo, que acabam por gerar raios, um dos principais elementos das tempestades.

As tempestades ou ciclones tropicais podem danificar estruturas terminais não reforçadas, como armazéns metálicos leves, grandes superfícies e outros equipamentos portuários (INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION, 2011). Além disso, podem causar, em casos extremos, até mesmo a interrupção das operações.

Em geral, na operação de graneis sólidos, quando há chuva, mesmo que pequena, há interrupção da operação em função da característica da carga (fator de exposição), mas observa-se que a chuva, principalmente quando acompanhada de ventos, pode gerar impactos estruturantes a algumas infraestruturas. Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 32. Embora tenha sido construída com base na bibliografia, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato fidedigno da realidade do porto.

Tempestades, e consequentemente as inundações e enchentes, podem provocar tanto interrupções no tráfego do canal de acesso, quanto na cadeia logística e no processo de embarque e desembarque de carga, especialmente se a carga for do tipo granel sólido, que não pode operar com umidade. Adicionalmente, as descargas elétricas das tempestades podem causar incêndios quando atingem algumas estruturas, principalmente quando não estão protegidas por para-raios.

A quantidade e tipo de infraestrutura e de equipamentos são fatores de exposição dos portos, uma vez que podem ser afetados por chuvas muito intensas. Especialmente quando acompanhadas de ventos, elas podem causar destelhamento, colapso de estruturas e impedir o trânsito de máquinas e pessoas.

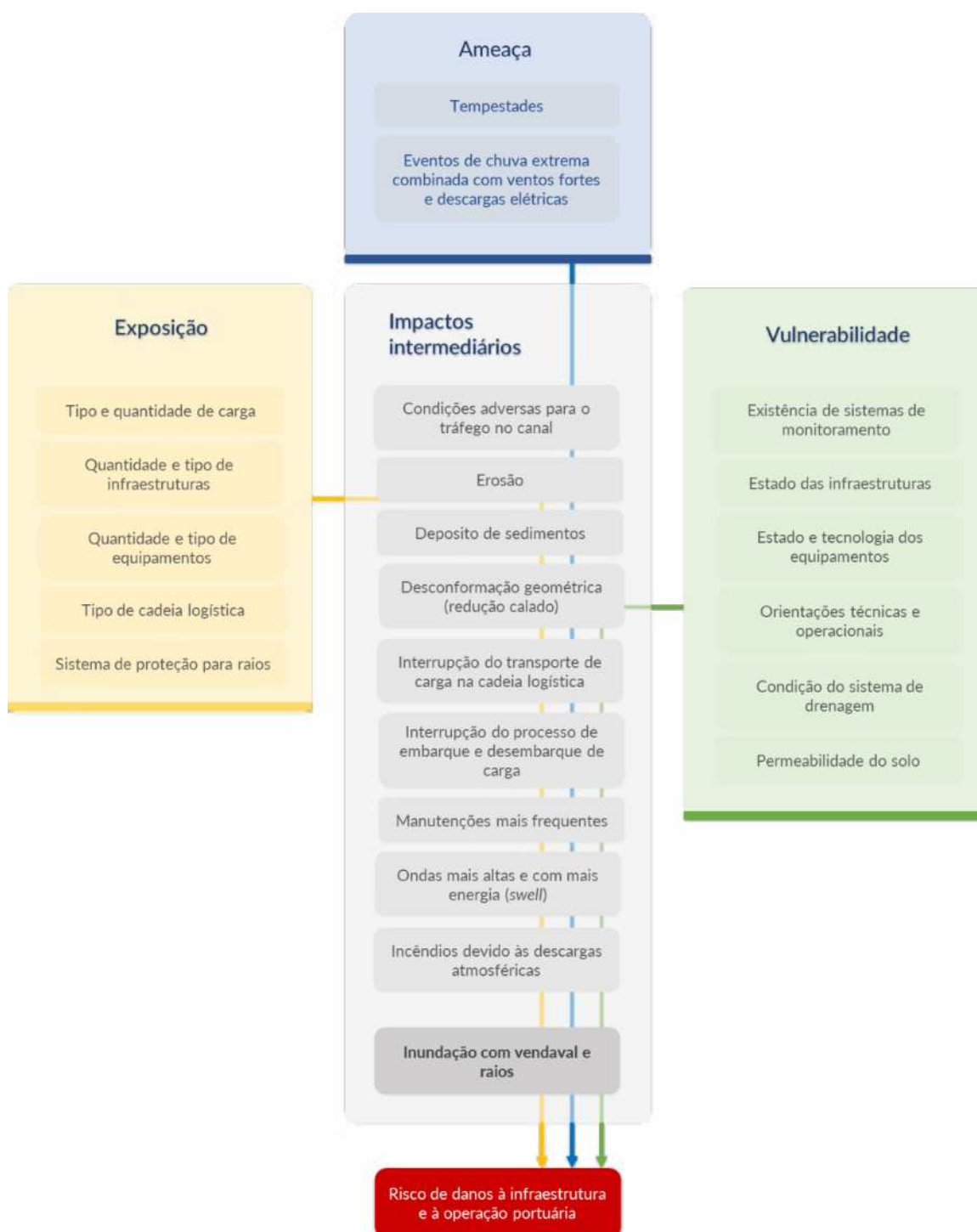
O tipo de cadeia logística também é um fator de exposição, uma vez que pode ser paralisada em função de chuvas muito fortes, mesmo que não seja na região do porto. Inundações do sistema viário ou da via férrea podem afetar a acessibilidade terrestre dos terminais, comprometendo a recepção ou a expedição de cargas marítimas. Com isso, o escoamento das importações ou o transporte do produto a ser exportado, não chega até o terminal na mesma taxa de processamento em que o terminal trabalha e isso pode gerar interrupção no embarque/desembarque de carga nos navios.

A existência de sistemas de monitoramento é um importante fator de vulnerabilidade (ligada à capacidade adaptativa). Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda a sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Adicionalmente, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

O estado das infraestruturas e dos equipamentos também é um fator fundamental de sensibilidade. Estruturas mais antigas, com problemas estruturais, podem não suportar chuvas fortes, principalmente aquelas acompanhadas de vento.

Por fim, a permeabilidade do solo da região do porto e as condições de drenagem podem reduzir o escoamento superficial, criando áreas inundáveis, que impedem a passagem de pessoas e máquinas e podem chegar a submergir parcialmente equipamentos importantes para a operação.

Figura 32: Cadeia de impacto para tempestades



Fonte: elaboração própria.

4.1.4.4. Ressaca

O fenômeno da ressaca é a elevação anormal do nível do mar na costa. Pode ser provocada por ondas, marés astronômicas ou marés meteorológicas (storm surge). Geralmente ocorre quando há combinação de mais de um desses fatores, além de ventos fortes favoráveis. Também acontecem em função de marés de tempestades (storm tide), uma combinação do aumento do nível da água devido à combinação de uma tempestade (chuva e vento) e uma situação de maré astronômica.

O potencial de um evento de ressaca depende da orientação da linha de costa com o trajeto da tempestade (que depende da intensidade, do tamanho e da velocidade da própria tempestade), além da batimetria local (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, s/d; KARIM, MIMURA, 2008; NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, 2018).

As ressacas causam problemas de inundações e erosões costeiras, este último sendo um processo natural que pode ser potencializado e até mesmo produzido por processos antrópicos que causam algum desequilíbrio no balanço sedimentar do sistema costeiro (PILKEY et al., 2009; VAN RIJN, 2011).

As ressacas podem gerar uma série de impactos à operação e infraestrutura portuária, principalmente problemas com erosão e depósito de sedimentos, que ao longo dos anos podem prejudicar o calado e obrigar a dragagem do canal, problema comumente relatado pela operação nos terminais do porto de Rio Grande. No longo prazo, podem ser necessárias obras para erguer os equipamentos portuários, para evitar o colapso de infraestrutura.

Ressacas podem causar a interrupção do tráfego no canal, e do transporte na cadeia logística em áreas próximas à costa e impedir o processo de embarque e desembarque de carga. Além disso, a força da ressaca pode causar danos estruturais, que exigirão manutenções mais frequentes.

Dentre as condições de exposição à essa ameaça estão o tamanho da área costeira, que determina a área a ser afetada em eventos do tipo. Adicionalmente a quantidade e tipo de infraestrutura e equipamentos são fatores de exposição, uma vez que podem ser afetados eventos de ressaca. Elas podem causar colapso de estruturas e impedir o trânsito de máquinas e pessoas.

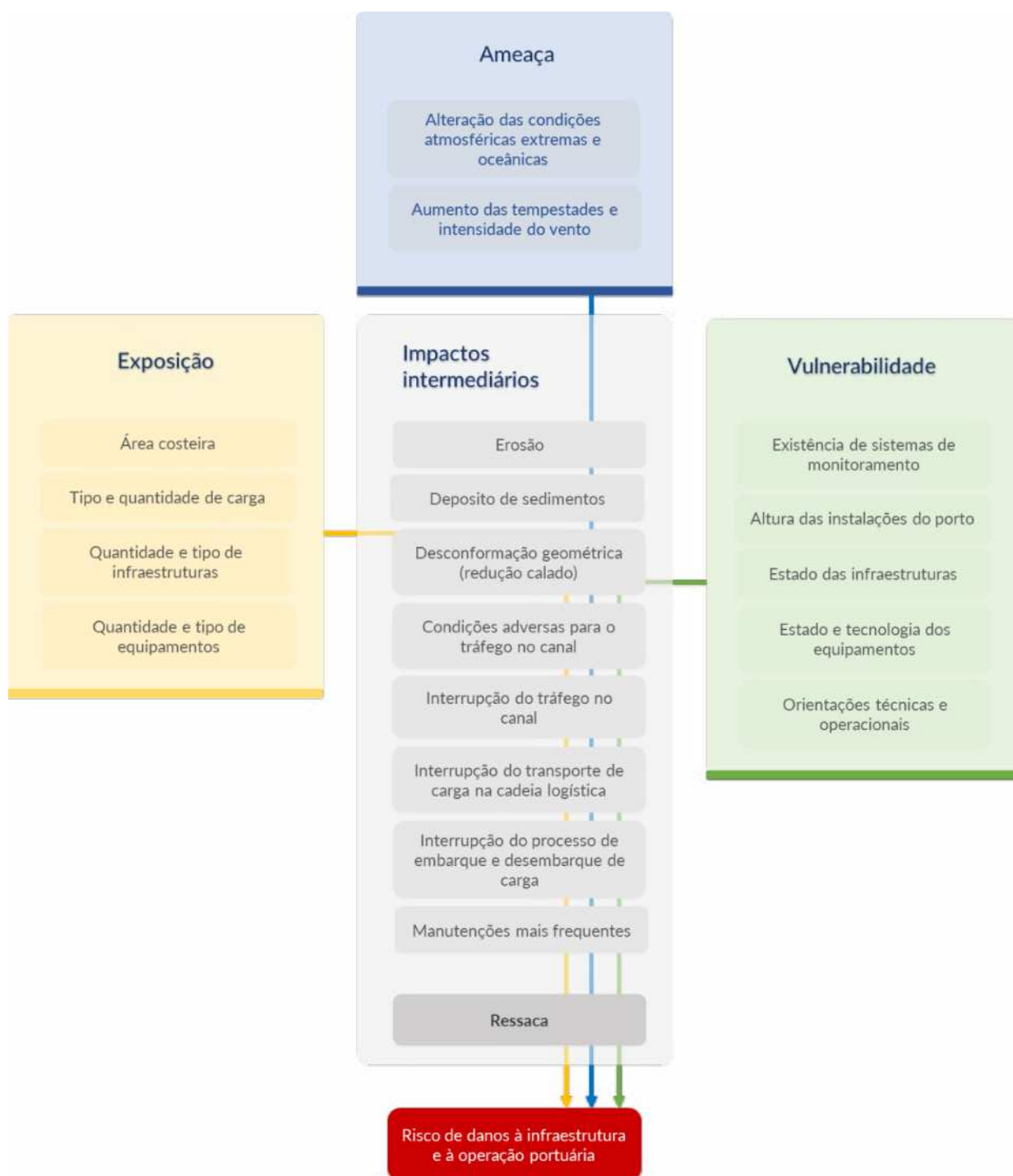
A existência de sistemas de monitoramento é um importante fator de sensibilidade. Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda a sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Além disso, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

O estado das infraestruturas e dos equipamentos também é um fator fundamental de sensibilidade. Estruturas mais antigas, com problemas estruturais, podem não suportar eventos de ressaca.

Por fim, a altura das instalações dos portos é também um fator de sensibilidade, uma vez que a ressaca pode gerar ondas de vários metros e pode invadir a área do cais dos terminais, danificando equipamentos e colocando em risco a vida dos operadores.

Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 33: Cadeia de impacto para ressaca. Embora tenha sido construída com base na literatura, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato fidedigno da realidade do porto.

Figura 33: Cadeia de impacto para ressaca



Fonte: elaboração própria.

4.1.4.5. Aumento do nível do mar

Para fins de navegação, os níveis altos, potencialmente causado pelo aumento do nível do mar, e extremamente baixos do mar trazem um interesse prático maior do que o aumento médio do nível do mar. No entanto, para as infraestruturas portuárias, o aumento do nível do mar pode afetar o padrão de serviço, permitindo maior penetração da energia das ondas na costa e nos portos, causando maior erosão costeira e aumentando a salinidade das baías e estuários. Adicionalmente, o aumento do nível do mar também aumenta a frequência e intensidade das ressacas (OPPENHEIMER, 2019) e pode gerar danos estruturais e operacionais a locais onde a infraestrutura portuária não está condicionada à presença de águas e ondas (locais que o mar não alcançava antes). Exemplos disso são as margens de linha de costa paralelas a píeres que podem demandar proteção contra o solapamento de margens, as erosões e a instabilidade geotécnica com a instalação de muros de contenção, proteção com matoqueiros e gabiões ou até mesmo a instalação de estacas pranchas, conforme a condicionante de resistência dos solos.

Uma mudança no nível do mar pode causar a redução do espaço entre os navios e as pontes, aumentar a força das ondas que atacam uma estrutura, aumentar a exposição dos convéses dos cais e píeres, aumentar a taxa de corrosão e a degradação ao longo do tempo de materiais especificamente projetados para uma gama particular de condições (MOSER et al., 2018).

O aumento do nível do mar pode causar a redução da faixa operacional do terminal, o que poderá causar interrupção e danos nas cadeias logísticas adjacentes. Essa condição é agravada pelo fato da presença urbana lindeira à poligonal portuária, reduzindo a expansão no sentido costa. Assim, proteção da infraestrutura portuária se faz por possíveis intervenções de Engenharia Portuária: (a) aterrar e soerguer os terminais e cais; (b) construção de polderes ao longo do canal de acesso, com distintas cotas de nível de água, uma com o nível crítico e outra com a cota convencional de operação do terminal portuário; (c) instalação de comportas hidráulicas de controle de acesso.

Ademais, poderá haver degradação de materiais que fiquem submersos em eventos de maré alta, que podem sofrer corrosão dada a salinidade da água. Esse tipo de condição poderá exigir manutenções mais frequentes.

Dentre as condições de exposição à essa ameaça estão o tamanho da área costeira, que determina a área a ser afetada em eventos pelo aumento do nível do mar. Adicionalmente a quantidade e tipo de infraestrutura e equipamentos são fatores de exposição, uma vez que podem ser afetados por eventos de aumento do nível do mar. Esses eventos podem causar colapso de estruturas e impedir o trânsito de máquinas e pessoas.

A existência de sistemas de monitoramento é um importante fator de sensibilidade. Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda a sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Além disso, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

O estado das infraestruturas e dos equipamentos também é um fator fundamental de sensibilidade. Estruturas mais antigas, com problemas estruturais, podem não suportar eventos de inundação costeira.

Por fim, a altura das instalações dos portos é também um fator de sensibilidade, uma vez que a água do mar pode invadir a área do cais dos terminais, danificando equipamentos e colocando em risco a vida dos operadores.

Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 34. Embora tenha sido construída com base na literatura, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato da realidade do porto.

Figura 34: Cadeia de impacto para aumento do nível do mar



Fonte: elaboração própria.

4.1.4.6. Neblina

A neblina se forma, em geral, quando o ar quente e úmido entra em contato com o solo frio e perde o calor, formando vapor, sendo comum em lugares frios e bastante úmidos. Sempre que a umidade relativa de uma massa de ar atmosférico próxima à superfície da Terra atinge mais de 100%, as condições se tornam favoráveis para formar neblina (KLEMM; LIN, 2016).

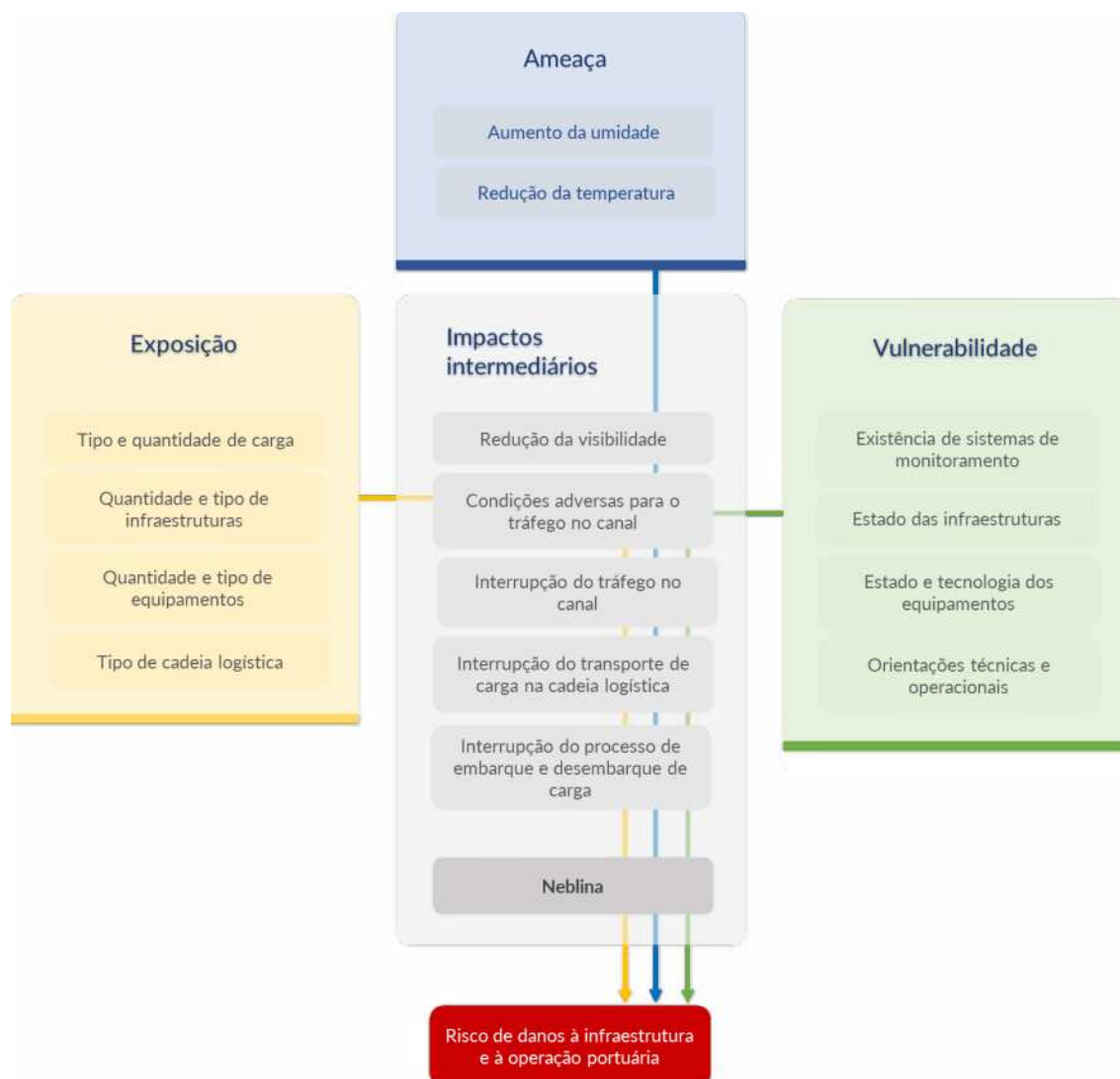
Em geral, segundo atores-chaves do porto, eventos de neblina não causam danos estruturais importantes, mas podem paralisar a operação, principalmente em razão da redução da visibilidade. A praticagem, responsável pela navegação dos navios nos canais, muitas vezes recebe ordens da Capitania dos Portos para fechar o canal, uma vez que a visibilidade esteja tão baixa a ponto de criar riscos para as instalações portuárias e outros navios.

A interrupção do processo de deslocamento dos navios no canal e sua respectiva ancoragem geram impactos financeiros aos portos, uma vez que a operação nos principais terminais fica parada por falta de navio ancorado. Em casos extremos, mesmo quando ancorado, o processo de embarque e desembarque pode ser suspenso, caso o nível de visibilidade impeça o operador (de um grab, por exemplo) de realizar seu processo e para evitar acidentes em função da baixa visibilidade.

Dentre os fatores de exposição estão o tipo e quantidade de infraestrutura, carga e equipamento, além do tipo de cadeia logística. Essas condições podem determinar se a operação precisa ser paralisada ou não. Por exemplo, no caso da cadeia logística, mesmo que a neblina aconteça fora da região, o escoamento das importações ou o transporte do produto a ser exportado, pode não chegar até o terminal na mesma velocidade em que o terminal trabalha e isso pode gerar interrupção no embarque/desembarque de carga nos navios.

Dentre as condições de sensibilidade, a existência de sistemas de monitoramento é um importante fator. Terminais que possuem meteorologia dedicada podem planejar toda sua cadeia logística em função de um evento climático extremo que esteja previsto. Além disso, as orientações técnicas e operacionais, principalmente relacionadas à paralisação do tráfego no canal e das operações dos terminais, podem garantir maior segurança às operações.

Os impactos e fatores de exposição e vulnerabilidade são apresentados na Figura 35. Embora tenha sido construída com base na bibliografia, as considerações obtidas durante a visita técnica indicam que a cadeia de impactos representa um retrato da realidade do porto.

Figura 35: Cadeia de impacto para neblina

Fonte: elaboração própria.

4.1.5 Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas

As informações descritas a seguir buscam responder à seguinte pergunta norteadora: “Quais são as variáveis climáticas que afetam cada elemento da infraestrutura e da superestrutura?”. Como o porto não possui informações sobre relações de causalidade entre ameaças climáticas e impactos em infraestruturas e superestruturas, foi feita uma adaptação para responder a seguinte pergunta

- “Quais são as variáveis climáticas que podem afetar cada elemento da infraestrutura e da superestrutura?”.

Com base nas trocas realizadas com os atores-chaves do Porto do Rio Grande durante a visita técnica, nos elementos destacados nas cadeias de impacto e na identificação e priorização das ameaças climáticas, as infraestruturas de interesse são relacionadas a seguir com as ameaças

climáticas.

Canal de Acesso

- Canal Superporto - Da Barra a Final do Superporto – 16 m x 250 m x 15.570 m
- Canal Porto Novo - Final do Superporto a Porto Velho - 13,8 m x 150 m x 4.000 m
- Canal São José do Norte - Final do Superporto a Saída Hidrovia Pelotas/Porto Alegre 12 m x 150 m

De acordo com as informações coletadas durante a visita técnica e com base nos dados encaminhados pela autoridade portuária do Porto de Rio Grande, elaborou-se a Tabela 20, que associa eventos climáticos com possíveis danos operacionais e de infraestrutura no canal de acesso.

Tabela 20: Potenciais impactos climáticos nos canais de acesso

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura		
		Interrupção do Tráfego no Canal	Redução da estiva dos navios*	Encalhe de Embarcações*	Desconformação geométrica (redução calado)	Rompimento ancoragem das boias/balizamento	Dano funcional a faroletes, sinalização e balizamento
Evento Climático Crítico	Chuva		X	X	X		
	Chuva Torrencial		X	X	X		
	Tempestade	X	X	X	X		X
	Ventos Críticos (rajadas)	X				X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial		X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial		X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar						
	Neblina	X					
	Altas Temperaturas						X

* Esse dano conta com o evento climático declarado e interferindo nos processos de sedimentação do canal por processos erosivos do mesmo ou das bacias de contribuição que carregam material sólido para o canal.

Fonte: elaboração própria.

Bacia de Evolução

- Porto Velho: área em frente ao cais e limitados para navios de LOA 100 m e calado de 15 pés;
- Porto Novo: em frente ao antigo Estaleiro QGI ou ao norte da Ilha do Terrapleno de Leste, LOA 150 m e calado de 31 pés;
- Superporto: áreas em frente a Yara Fertilizantes, Tergrasa/Bunge Alimentos. Sem restrições de LOA e calado de 42 pés; e

- Superporto: após o TECON RIO GRANDE. Sem restrições de LOA e calado de 42 pés.

Segundo a Ordem de Serviço nº 28 de 17 de dezembro de 2020, que estabelece os parâmetros para as manobras de giro dos navios ao norte a leste do TECON:

- A leste do TECON: navios até 298 m, calado máximo de 42 pés; navios entre 298 m e 306 m, entre 42 pés e 40 pés; navios de 306 m a 340 m, 36,7 pés; e de 340 m a 368 m, calado para manobra de giro de 36 pés
- A norte do TECON: navios até 235 m, calado máximo de 46,6 pés; navios entre 235 m e 245 m, entre 43,3 pés; navios entre 245 m até 297 m, calado de 40 pés.

De acordo com as informações coletadas durante a visita técnica e com base nos dados encaminhados pela autoridade portuária do Porto de Rio Grande, elaborou a Tabela 21, que associa eventos climáticos com possíveis danos operacionais e de infraestrutura nas bacias de evolução.

Tabela 21: Potenciais impactos climáticos nas bacias de evolução

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura	
		Interrupção das manobras das embarcações	Redução da estiva dos navios*	Encalhe de Embarcações*	Desconformação geométrica (redução calado)	Desconformação geométrica (planimetria)
Evento Climático Crítico	Chuva		X	X	X	X
	Chuva Torrencial		X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X				
	Ressaca	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial		X	X	X	X
	Inundação Fluvial		X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina	X				
	Altas Temperaturas					

* Esse dano conta com o evento climático declarado e interferindo nos processos de sedimentação do canal por processos erosivos do mesmo ou das bacias de contribuição que carreiam material sólido para o canal.

Fonte: elaboração própria.

Molhes da Barra

- Molhe Leste - 4.850 m
- Molhe Oeste - 4.060 m

De acordo com as informações coletadas durante a visita técnica e com base nos dados encaminhados pela autoridade portuária do Porto de Rio Grande, elaborou-se a Tabela 22, que associa eventos climáticos com possíveis danos operacionais e de infraestrutura nos molhes da barra.

De acordo com a operação do Porto de Rio Grande, em função dos aspectos construtivos do molhe, há problemas em relação à forte correnteza transversal, que empurra as embarcações para o molhe leste e cria dificuldades à praticagem, especialmente quando atingem uma velocidade de 5 nós (2,58 m/s). Há problemas também com a corrente de enchente, com limite de 4 nós para operação (2,06 m/s).

Esse fato foi comprovado também por estudos de pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande – FURG e da empresa OCEÂNICA OFFSHORE. Segundo explicações contidas no estudo (FERNANDES et al., 2012), a atual morfologia dos molhes propicia, em condições de enchente, uma intensificação das correntes junto à desembocadura do Molhe Leste e, em eventos de vazante, ocorre a intensificação das correntes no Molhe Oeste (parte interna).

Tabela 22: Potenciais impactos climáticos nos molhes da barra

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura	
		Interrupção do Tráfego / Fechamento da Barra	Redução da segurança do tráfego marítimo	Conflitos de Tráfego	Desconformação geométrica dos molhes (deslocamento de tetrópodes)	Perda da funcionalidade da proteção e abrigagem dos molhes
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial					
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial					
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina	X	X			
	Altas Temperaturas					

* Esse dano conta com o evento climático declarado e interferindo nos processos de sedimentação do canal por processos erosivos do mesmo ou das bacias de contribuição que carregam material sólido para o canal.

Fonte: elaboração própria.

Porto Novo e Super Porto

De acordo com as informações coletadas durante a visita técnica e com base nos dados encaminhados pela autoridade portuária do Porto do Rio Grande, elaborou-se as Tabela 23 e Tabela 24, que associam eventos climáticos com possíveis danos operacionais e de infraestrutura nas áreas que englobam o Porto Novo e o Super Porto.

Nesta parte da análise, foi realizada uma aglutinação dos aspectos gerais de danos sofridos às infraestruturas de acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário por ameaças climáticas definidas a partir de consenso com os portos. Todos os detalhes são apresentados no APÊNDICE A e apontam impactos específicos conforme as particularidades de cada terminal.

De maneira geral, nas áreas do Super Porto e Porto Novo, sob o aspecto operacional da infraestrutura de **acostagem**, observa-se um que chuvas, tempestades e ressacas podem causar problemas ao estaiamento dos navios, além de potencial soltura dos cabos e interrupção das operações, a depender das condições climáticas. Sob o aspecto de danos às infraestruturas, indica-se que a acostagem pode ser impactada por tempestade, ventos críticos, eventos de ressaca, inundação e aumento do nível do mar. Esses eventos podem causar desde danificação dos cabeços e defensas até colapso do cais corrido.

Em relação aos **equipamentos**, entende-se que, operacionalmente, há potencial de interrupção do embarque e desembarque por eventos climáticos críticos que vão desde chuvas, ventos, tempestades até inundação e aumento do nível do mar. Por outro lado, estruturalmente há risco de colapso dos guindastes, grabs, shiploaders, dutovias e mangotes e quebras constantes de equipamentos em situações críticas de ventos críticos, inundação pluvial e altas temperaturas.

Nas infraestruturas de **armazenamento**, o dano operacional aponta para uma possível interrupção da movimentação de carga (recebimento e expedição) por eventos climáticos críticos de chuva torrencial, tempestade e ventos críticos. No que tange aos danos estruturais, pode haver colapso geotécnico de pátios e armazéns, destelhamento e quebra de coberturas e colapso estrutural do concreto armado ou metálico dos armazéns por eventos climáticos críticos de chuva torrencial, tempestade, ventos críticos e inundações.

Por fim, o **sistema viário** apresenta riscos de danos operacionais na interrupção do tráfego terrestre na poligonal portuária por eventos climáticos críticos de tempestade, chuva torrencial e inundação pluvial. A respeito dos danos às infraestruturas, o sistema viário possui risco de sofrer colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento, redução da vida útil das estruturas sem perda funcional, inundação de pátios ou docas de recepção /expedição, entre outros.

Tabela 23: Potenciais impactos climáticos associados à operação nas áreas do Porto Novo e Super Porto

		Danos Operacionais			
		Acostagem	Equipamentos	Armazenamento	Sistema Viário
Evento Climático Crítico	Chuva	X	X		
	Chuva Torrencial	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	
	Ressaca	X	X		
	Inundação Pluvial		X		X
	Inundação Fluvial		X		
	Aumento do Nível do Mar		X		
	Neblina				
	Altas Temperaturas				

Fonte: elaboração própria.

Tabela 24: Potenciais danos causados por impactos climáticos nas áreas do Porto Novo e Super Porto

		Danos às Infraestruturas			
		Acostagem	Equipamentos	Armazenamento	Sistema Viário
Evento Climático Crítico	Chuva				
	Chuva Torrencial			X	X
	Tempestade	X		X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	
	Ressaca	X			
	Inundação Pluvial	X	X	X	X
	Inundação Fluvial	X		X	
	Aumento do Nível do Mar	X			
	Neblina				
	Altas Temperaturas		X		

Fonte: elaboração própria.

4.2. Levantamento da Probabilidade das Ameaças Climáticas

4.2.1. Informações climáticas customizadas

4.2.1.1. Tendências observadas

Essa seção responde às seguintes perguntas norteadoras:

- “Com base nos modelos de clima e indicadores genéricos, a frequência das ame-

- ações climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?” e
- “Com base nos modelos de clima e indicadores customizados, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?”.

Ventos

O porto de Rio Grande tem sofrido paralisações e danos estruturais devido a ventos extremos, principalmente nos equipamentos de movimentação de cargas, pátio de armazenagem, berço, molhe/quebra-mar, canal de acesso e armazéns (ANTAQ, 2021a).

A nível global, observou-se nas últimas décadas uma tendência de aumento da velocidade do vento, principalmente para ventos extremos (YOUNG et al. 2011). PES et al., (2017) identificaram um aumento na frequência de ventos extremos nas últimas décadas na maior parte do Brasil. Em Rio Grande, dados observacionais derivados de reanálise não indicam mudanças estatisticamente significativas no vento médio (IPCC ATLAS, 2022). A análise de tendência customizada para Rio Grande usando dados observacionais de reanálise não detectou tendências estatisticamente significativas na frequência de ventos moderados e fortes (> 3 m/s, 7 m/s e 10 m/s).

Chuvas

As chuvas torrenciais impactam o canal de acesso, os equipamentos de movimentação de cargas, o pátio de armazenagem, o berço e molhe/quebra-mar do porto de Rio Grande (ANTAQ, 2021a).

A nível global, a mudança termodinâmica induzida pelo aquecimento global resulta em um aumento na precipitação extrema, a uma taxa que segue a relação Clausius-Clapeyron que especifica a relação da temperatura e da pressão e, mais especificamente para a climatologia, que a capacidade de retenção de água na atmosfera tem relação com a temperatura (7% de retenção para cada 1°C adicional). Os extremos de precipitação também são afetados por outros mecanismos, tais como orografia, sistemas de circulação atmosférica, aerossóis, uso e cobertura do solo e urbanização. Existem evidências robustas da intensificação da precipitação extrema em escalas global e continental. No entanto, em algumas regiões a chuva pode diminuir (SENEVIRATNE et al., 2021).

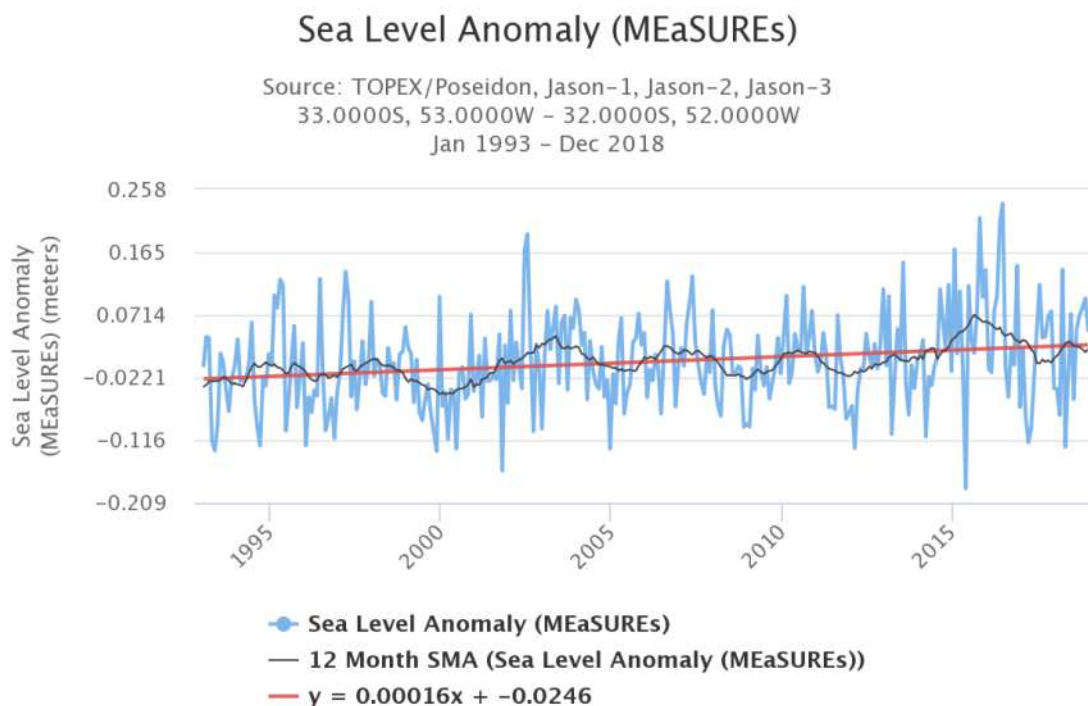
Em Rio Grande, dados observacionais do CRU TS e GPCP mostram uma tendência de aumento na chuva total anual, porém ela não é estatisticamente significativa (IPCC ATLAS, 2022). A análise de tendência customizada para Rio Grande usando dados observacionais não detectou tendência estatisticamente significativa para chuva persistente (> 1 mm, R1mm), chuva forte (> 10 mm, R10mm) e duração de chuva (Consecutive Wet Days – CWD).

Aumento do nível do mar

O porto de Rio Grande já sofreu paralisações devido a ressacas (ANTAQ, 2021a). O aumento do nível do mar aumenta a magnitude de inundações costeiras, ressacas e nível extremo do mar, além de acelerar a erosão costeira (OPPENHEIMER et al., 2019), podendo interromper a operação do canal de acesso (ANTAQ, 2021a).

Não há dúvidas de que o nível médio global do mar está subindo e acelerando, e que as principais contribuições para esse aumento são a expansão térmica e o derretimento de geleiras e mantos de gelo da Antártica e da Groenlândia devido ao aquecimento global (OPPENHEIMER et al., 2019). Em Rio Grande, dados observacionais mostram um aumento do nível médio do mar de aproximadamente 5 cm no período de 1993 a 2018 (Figura 36).

Figura 36: Anomalia do nível do mar para o período de 1993–2018 na zona do Porto do Rio Grande



Fonte: NASA, 2022a

4.2.1.2. Cenários de mudança do clima e concordância entre os modelos

Essa seção responde às seguintes perguntas norteadoras:

- “Com base nos modelos de clima e indicadores customizados, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?”
- “Qual é o nível de concordância (%) entre as projeções dos modelos de clima quanto ao sinal de mudança?”; e
- “Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada no clima atual?”.

A Tabela 25 apresenta dados de frequência dos indicadores climáticos selecionados, tanto para dados observacionais quanto para as projeções climáticas, representadas pela anomalia média dos modelos.

Adicionalmente, são apresentados o percentual de concordância entre os modelos utilizados. Foram destacados, pela cor verde, os níveis de concordância dos modelos que apresentaram mais de 66,7% de concordância, informação utilizada para definir o nível de confiança das

informações climáticas (Seção 4.2.2.2). Mais detalhes sobre os cenários de mudança do clima úteis para determinação dos níveis de confiança, são apresentados no APÊNDICE D.

Tabela 25: Resumo das condições climáticas observadas e das projeções futuras

Ameaça	Indica- dor	Baseline (1981 – 2000)		Tendências Observadas (1981 – 2020)	ANOMALIA											
		Valor	Unidade		Cenário (2021-2040)				Cenário (2041-2060)				Cenário (2081-2100)			
					SSP2		SSP5		SSP2		SSP5		SSP2		SSP5	
					Média	%Con- cordân- cia	Média	% Con- cordân- cia	Média	% Con- cordân- cia	Média	% Con- cordân- cia	Média	% Con- cordân- cia	Média	% Con- cordân- cia
Vento Fraco (6 nós)	W3ms	254,2	dias/ ano	+	5,5	81,8	1,5	36,3	5,9	81,8	0,6	45,4	7,0	81,8	0,8	36,3
Vento Mode- rado (20 nós)	W7ms	80,9	dias/ ano	+	4,8	100,0	10,5	100,0	6,4	90,9	10,1	100,0	4,1	90,9	9,1	90,9
Vento Forte (39 nós)	W10ms	34,2	dias/ ano	+	0,7	63,6	2,6	72,7	0,8	72,7	2,4	90,9	0,3	63,6	2,1	45,4
Vento S-SO	Wsos	97,5	dias/ ano	+	-0,6	45,4	-5,0	90,9	-0,4	36,3	-5,1	90,9	-1,1	45,4	-6,2	81,8
Chuva Per- sistente (1 mm)	R1mm	90,0	dias/ ano	+	-3,1	60,0	-1,7	83,3	0,9	50,0	0,0	50,0	-1,9	60,0	-1,1	50,0
Chuva Forte (10 mm)	R10mm	42,4	dias/ ano	+	-0,2	50,0	0,7	66,7	4,2	70,0	2,0	91,6	1,4	80,0	2,8	66,7
Inun- dações devido ao Au- mento de 0,2 m do Nível do Mar	ANM	0,00	m	++	0,08	83,0	0,09	83,0	0,19	83,0	0,22	83,0	0,45	83,0	0,62	83,0

Legenda:

-  Nível de concordância maior ou igual a 66,7%.
-  Tendências de aumento estatisticamente signifi ativo
- +
 Positivo, mas não estatisticamente signifi ativo
- ++
 Positivo e estatisticamente signifi ativo (intervalo de confian a de 95%)
-
 Negativo, mas não estatisticamente signifi ativo
-
 Negativo e estatisticamente signifi ativo
- NA
 Não aplicável

Fonte: elaboração própria.

4.2.2. Probabilidade das ameaças climáticas

4.2.2.1. Probabilidades de ocorrência das ameaças climáticas

Com base nos resultados observados na Seção 4.2.1.2 Cenários de mudança do clima e concordância entre os modelos e na escala de probabilidade definida na Seção 3.3.6.1. Escala de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas, realizou-se a classificação de probabilidade para o Porto do Rio Grande, como pode ser observado pela Tabela 26.

Tabela 26: Classificação de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas no Porto do Rio Grande

		Linha de base (1981-2000)	2021-2040		2041-2060		2081-2100	
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5
Ameaça	Indicador	Nota						
Vento Fraco (6 nós)	W3ms	5	5	5	5	5	5	5
Vento Moderado (20 nós)	W7ms	4	5	5	5	5	5	5
Vento Forte (39 nós)	W10ms	4	4	4	4	4	4	4
Vento S-SO	Wsos	5	5	5	5	5	5	5
Chuva Persistente (1 mm)	R1mm	5	5	5	5	5	5	5
Chuva Forte (10 mm)	R10mm	4	4	4	4	4	4	4
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	ANM	1	1	1	1	2	2	2

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

Fonte: elaboração própria

Vento Fraco (3 m/s)

O indicador Vento Fraco (3 m/s) apresentou probabilidade de acontecer 'Muito frequentemente' durante o período de linha de base. Para o futuro, essa ameaça não deve sofrer alterações no seu nível de probabilidade nos diferentes cenários climáticos.

Vento Moderado (7 m/s)

O indicador Vento Moderado (7 m/s) apresentou probabilidade de acontecer 'Frequentemente' no período da linha de base. Avaliando as projeções futuras, os níveis de probabilidade de todos os períodos mudam para 'Muito Frequentemente'.

Vento Forte (10 m/s)

Em relação ao indicador Vento Forte (10 m/s), a sua probabilidade de acontecer é 'Frequentemente' para o período de linha de base. Avaliando o período futuro, os padrões de probabili-

dade, nenhum cenário apresentou sofrer alterações.

Vento Quadrante Sul-Sudoeste

O indicador Vento Quadrante Sul-Sudoeste apresentou probabilidade de acontecer 'Muito frequentemente' dentro do período de linha de base. Essa ameaça não sofre alterações com o passar do tempo nos diferentes cenários climáticos.

Chuva Persistente (1 mm)

Para a ameaça Chuva Persistente (1 mm), sua probabilidade de acontecer é 'Muito frequentemente' dentro do período da linha de base analisado. Para o futuro, esse nível não se altera.

Chuva forte (10 mm)

A variável Chuva Forte (10 mm) apresentou probabilidade de acontecer 'Frequentemente' dentro da linha de base. Essa ameaça não sofre alterações de nível de probabilidade com o passar do tempo nos diferentes cenários climáticos.

Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar

Para as Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (ANM), fez-se uma análise qualitativa, na qual a probabilidade de ocorrência é definida em 'Quase nunca' para os anos da linha de base (1981 a 2000). Para os períodos futuros, observa-se que há um aumento do nível para 'Raramente' nos seguintes cenários-períodos: SSP5 do período 2041-2060; SSP2 e SSP5 do período 2081-2100.

4.2.2.2. Nível de confiança das informações climáticas

A seguir apresentam-se os níveis de confiança verificados de acordo com os horizontes temporais definidos:

Período 2021 - 2040

Os resultados para o período 2021-2040 são observados na Tabela 27:

Tabela 27: Nível de confiança para o período de 2021 a 2040

Indicador	Projeções	Concordância	Tendência	Literatura	Nível de confiança
W3ms	Aumento no SSP2 e redução no SSP5	Sim no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Baixo no SSP5
W7ms	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5

W10ms	Leve aumento no SSP2 e aumento no SSP5	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Moderado no SSP5
Wsos	Leve redução no SSP2 e redução no SSP5	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
R1mm	Redução em todos os cenários	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Moderado no SSP5
R20mm	Leve redução no SSP2 e leve aumento no SSP5	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Moderado no SSP5
ANM	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento e significativo	Aumento	Alto no SSP2 Alto no SSP5

Fonte: elaboração própria.

Período 2041 - 2060

Os resultados para o período 2041-2060 são observados na Tabela 28:

Tabela 28: Nível de confiança para o período de 2041 a 2060

Indicador	Projeções	Concordância	Tendência	Literatura	Nível de confiança
W3ms	Aumento no SSP2 e leve aumento no SSP5	Sim no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Baixo no SSP5
W7ms	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5
W10ms	Leve aumento no SSP2 e aumento no SSP5	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5
Wsos	Leve redução no SSP2 e redução no SSP5	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
R1mm	Leve aumento no SSP2 e mantém-se estável no SSP5	Não no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
R20mm	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5
ANM	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento e significativo	Aumento	Alto no SSP2 Alto no SSP5

Fonte: elaboração própria.

Período 2081 - 2100

Os resultados para o período 2081-2100 são observados na Tabela 29:

Tabela 29: Nível de confiança para o período de 2081 a 2100

Indicador	Projeções	Concordância	Tendência	Literatura	Nível de confiança
W3ms	Aumento no SSP2 e leve aumento no SSP5	Sim no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Baixo no SSP5
W7ms	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5
W10ms	Leve aumento no SSP2 e aumento no SSP5	Não no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
Wsos	Redução em todos os cenários	Não no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
R1mm	Redução em todos os cenários	Não no SSP2 Não no SSP5	Aumento	Aumento	Baixo no SSP2 Baixo no SSP5
R20mm	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento	Aumento	Moderado no SSP2 Moderado no SSP5
ANM	Aumento em todos os cenários	Sim no SSP2 Sim no SSP5	Aumento significativo	Aumento	Alto no SSP2 Alto no SSP5

Fonte: elaboração própria.

4.3. Levantamento das Infraestruturas Portuárias e Severidade

4.3.1. Inventário das infraestruturas de interesse do porto

A navegação nos canais é regulamentada segundo as Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul. A interpretação dessa base normativa e informações obtidas em consultas e reuniões de trabalho com operadores, Autoridade Portuária, Capitania dos Portos e Praticagem temos que os principais eventos que impactam na operação estão relacionados a ventos, ondas e visibilidade comprometida por neblina. Essas condições climáticas, quando adversas e comprometedoras à operação quanto à segurança, comprometem diretamente com o fechamento do Canal Externo, paralisando por consequência os Canais Internos.

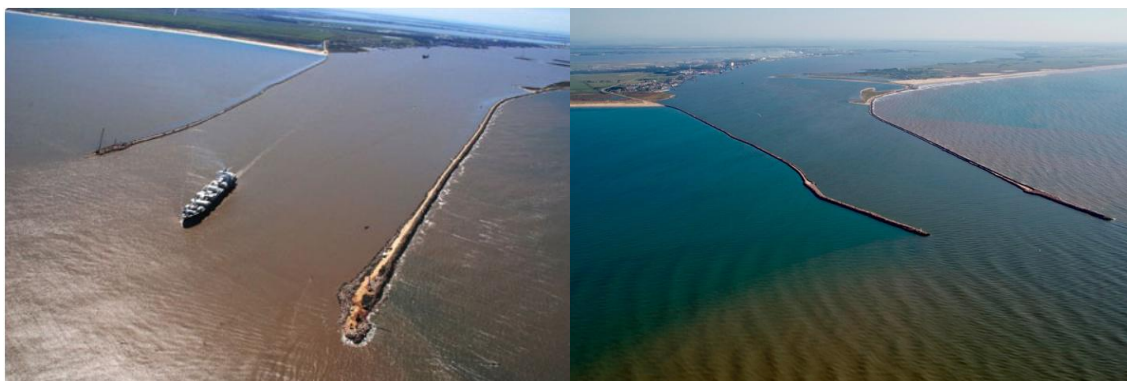
Os maiores impactos provenientes de eventos climáticos extremos que as infraestruturas do “lado água”, tais como, Canal Externo, Canal Interno, Fundeadouros e Bacias de Evolução podem sofrer, estão relacionados ao aumento da intensidade e recorrência dos ventos e o regime de ondas mais altas e caóticas que auxiliam no processo de sedimentação estuarina e desconformação geométrica dos canais e bacias.

Uma das características principais do Porto de Rio Grande relaciona-se à ocorrência constante de ventos intensos. Nesse contexto, a desembocadura do sistema estuarino-lagunar no mar,

naturalmente apresentou condições de ondas e fluxos de vazões incompatíveis com a navegação. Esse fator demandou a construção de infraestrutura de Engenharia Portuária composta por dois molhes de enrocamento e tetrópodes. Conforme reuniões e coleta de informações com a Superintendência do Porto de Rio Grande, declarou-se a necessidade de manutenção do molhe para reposicionamento de volumes devido à ocorrência de fortes ventos e ondas sobre a estrutura.

Os molhes, além de prover a proteção do canal externo perante a ventos, realiza também a proteção da conformação geométrica do canal com profundidades aptas ao tráfego de embarcações sem o encalhe. Essa infraestrutura de proteção também proporciona o acesso a embarcações com destinos ao Porto de Pelotas e ao Porto de Porto Alegre. As principais ameaças climáticas às quais essas estruturas sujeitam-se são os ventos, ondas e ressacas.

Figura 37: Molhes do Porto de Rio Grande



Fonte: SUPRG, 2010 e PAC, 2011

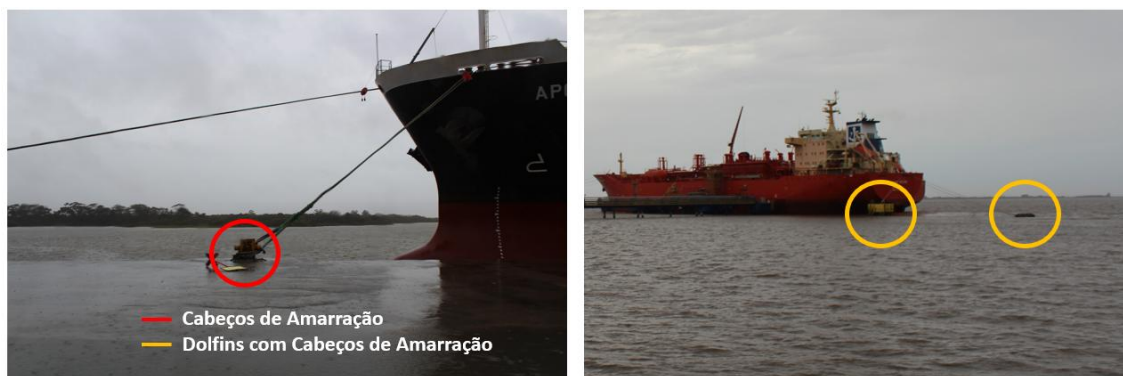
Quanto ao sistema de sinalização náutica, composto de 18 boias de delimitação de canal, 5 faróletes e 1 sistema de iluminação em torre, os problemas advindos das ameaças climáticas referem-se a: (a) possíveis demandas de alocação de faróletes para cotas mais altas e troca de cabeamento de ancoragem das boias conforme profundidades maiores em decorrência do aumento do nível do mar; (b) estouro de cabeamento de ancoragem de boias devido a ventos, ondas e ressacas; (c) possíveis choques e colisões de embarcações com a sinalização devido a rajadas de través nas embarcações. Porém, como a Capitania dos Portos utiliza-se de previsões meteorológicas, possibilitando assim o fechamento e abertura do canal e a paralisação das manobras dos navios, pode-se constatar que as colisões só ocorrerão em caso de falha na previsão das condições climáticas.

No PDZ do Porto de Rio Grande são apresentadas informações descritivas de extensão, área útil e capacidades volumétricas de berços, edificações e infraestruturas de armazenagem. Porém não são apresentadas informações relativas a alturas de edificações e cotas em relação ao nível médio do mar.

O Porto de Rio Grande caracteriza-se por berços em estruturas de cais corrido (Porto Novo e TECON no Superporto) e píeres acessados via pontes (demais terminais do Superporto). Não há informações disponibilizadas no PDZ e pela Autoridade Portuária sobre as cotas de crista dessas estruturas e a altura livre entre a crista e o nível d'água médio. Tanto nos cais quanto nos

píeres, os berços possuem instalados defensas metálicas e cabeços de amarração de navios. Os cabeços podem estar instalados na linha de cais ou em dolfins no caso de píer (Figura 38).

Figura 38: Cabeço, Porto Novo; e Dolfins o berço da Braskem, Superporto



Fonte: elaboração própria.

As possíveis inundações decorrentes do aumento do nível do mar acarretariam paralisação operacional e danos à infraestrutura via aceleração da deterioração das estruturas de acostagem, abrangendo a redução da vida útil do concreto armado, o solapamento e o processo erosivo das margens, a criação de tensões pelo nível d'água nas estruturas da ponte de acesso, a colmatação do solo e a perda de resistência geotécnica do solo na linha do cais e a ocorrência de recalques de solo e piso. No caso das defensas e cabeços submersos, poderá ocorrer a perda do tratamento superficial da peça e aceleração da oxidação das peças.

No caso de píeres, o aumento do nível do mar poderá requerer uma proteção e contenção dos taludes, evitando solapamentos e processos erosivos. Nos píeres mais baixos, o aumento do nível do mar poderá atingir o nível da cota da ponte, podendo inviabilizá-la quanto à operação. Os dolfins, contendo cabeços de amarração e defensas, poderão ser submersos, ocasionando problemas de perda estrutural e funcional do equipamento.

As edificações administrativas-operacionais dos arrendatários e os sistemas de armazenamento constituem construções civis diversas. As áreas administrativas, geralmente anexas ao conjunto de pátio e armazéns são edificações comuns, geralmente baixas, sem grande volume arquitetônico e executadas em concreto armado com cobertura convencional.

Por outro lado, as infraestruturas de armazenagem possuem características de projeto e adequação referentes ao perfil de carga que operam. As mais simples, são os pátios abertos para contêineres, veículos e toras de madeira. A estrutura é dimensionada pela solicitação de peso e tráfego. Outra significativa preocupação com essa infraestrutura, refere-se a um sistema de drenagem eficiente e rápido, capaz de atender chuvas estimadas de projeto.

Apresentando maiores volumes arquitetônicos e maiores áreas vélicas, temos os silos, armazéns, tanques e esferas metálicos ou em concreto armado, os quais devem ser dimensionados para suportar tensões limite causadas por ventos.

Outros elementos sensíveis aos ventos são os telhados, coberturas de estruturas e coberturas de transportadores contínuos.

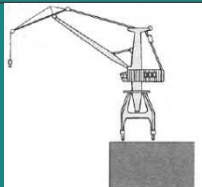
Fator que causa considerável preocupação relaciona-se ao estado de conservação dos armazéns horizontais no cais do Porto Novo. Em visita técnica realizada ao porto, constatou-se uma deterioração de alguns armazéns, os quais podem apresentar significativa fragilidade frente a eventos climáticos adversos de grande intensidade. Infiltrações, deterioração de paredes e aberturas nos sistemas de cobertura são alguns fatos identificados em campo.

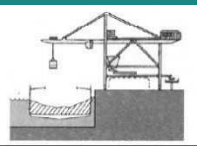
Este trabalho realizou investigação com a Autoridade Portuária e os operadores do Porto de Rio Grande quanto a ocorrência de danos das infraestruturas ocasionados por eventos climáticos adversos. Foi inferido que os maiores danos podem ocorrer com o aumento do nível do mar, o aumento da intensidade e recorrência de chuvas e a ocorrência de ventos fortes.

Em relação aos equipamentos portuários, além de suportar os esforços intrínsecos à movimentação da carga, contam com os elementos estruturais das treliças, braços, cabos e apoios de solo dimensionados para suportar esforços de vento, ondas (no caso de equipamentos flutuantes) e de colisões acidentais não severas.

No Porto do Rio Grande, no Porto Novo e Superporto, são encontrados os equipamentos portuários sujeitos a ações climáticas extremas descritos na Tabela 30.

Tabela 30: Equipamentos portuários abordados no estudo

Equipamento	Descrição	
	Guindaste portuário	Destinado ao içamento de carga geral lingada, carga geral em dispositivo de unitização, uso de pás acopladas do tipo <i>grab</i> para granéis e carregamento esporádico de contêineres. Pode ser fixo ou móvel, sobre trilhos ou sistemas pneumáticos.
	Grua convencional	Destinado ao içamento de cargas de projeto. Equipamento é fixo. Pode ser utilizado para apoio de pátio, carregamento de navios e serviços em estaleiros.
	Guindaste embarcado em navios <i>self-sustained</i>	Equipamento apresenta a mesma funcionalidade do guindaste portuário, porém apresenta características e restrições específicas devido ao fato de estar instalado no próprio navio. Constando de dimensões e porte menor, apresenta menor capacidade de içamento comparado aos equipamentos instalados no cais. A restrição do equipamento é maior perante a ação de ventos e ondas, pois possíveis movimentações ocorridas por essas condições ambientais no navio, paralisam a operação do guindaste de bordo. Os navios <i>self-sustained</i> contam com decréscimo de uso, sendo aqui no Brasil, utilizado na marinha mercante de exportação de fardos de celulose e toras de madeira.
	Portainer	Equipamento de içamento e translação para embarque e desembarque de contêineres de navios, tendo alcance pleno do pontal de convés e a área de cais do terminal, podendo recuperar/depositar o contêiner em uma pilha de pátio, do semi-reboque de um caminhão ou do vagão <i>piggyback</i> de uma composição ferroviária. Conta com elevadas taxas de processamento. Instalado no cais sobre trilhos, conta com dispositivos de ancoragem do mesmo em casos de ventos críticos a operação.
	Transtainer	Equipamento de apoio de pátio de contêineres, realizando içamento e movimentação. Utilizado na formação de pilhas, no embarque em tratores de movimentação, em caminhões e em vagões <i>piggyback</i> .

	Shipunloader grab	Equipamento destinado a descarga de grãos sólidos. Estrutura pórtico instalada sobre trilhos, possibilitando movimentação sobre o berço. Conta com sistema de cabeamento acoplado na extremidade um implemento pá tipo <i>grab</i> com controle de abertura e fechamento, possibilitado a captura do volume do desembarque. O içamento do <i>grab</i> alcança todo o pontal de convés do navio. Geralmente o equipamento é polivalente. Consegue acondicionar o volume coletado em uma tremonha conectada a um sistema de correia/esteira transportadora contínua ou diretamente à caçamba de um caminhão ou vagão ferroviário. Equipamentos modernos contam com elevadas taxas de processamento.
	Shiploader	Equipamento destinado ao carregamento de grãos sólidos. Instalado no berço, possui mobilidade sobre trilhos e conta com lança e tubo de descarga acoplado, possibilitando a movimentação pela área da abertura do porão da embarcação, auxiliando na disposição do cone do granel. A carga processada pelo equipamento é alimentada por sistema de correia/esteira transportadora contínua. Equipamentos modernos que contam com elevadas taxas de processamento.
	Tubulações e mangotes	Sistema dutoviário de transferência entre tanques de armazenagem para grãos líquidos e gasosos. Composto por tubulações rígidas e segmentos de mangotes flexíveis para conexão nas tampas-sifões dos navios. Contém conjunto motobomba hidráulico, com piezômetros, válvulas de alívio, e conforme a característica do produto, pode ter filtros, sistema de arrefecimento, controle de temperatura, compartimento de liquefação/gaseificação e demais processos físico-químicos.
	Reach stacker	Equipamento de solo, para apoio operacional, desembarque/embarque em caminhões e vagões <i>piggyback</i> e pilhas de contêineres. Possibilidade de uso para contêineres cheios e vazios.
	Empilhadeira de vazio	Equipamento de solo, para apoio operacional de transbordo, pequenos movimentos e pilhas de contêineres vazios.
	Plataforma elevatória	Equipamento de apoio operacional para realização de trabalhos em altura, permitindo a elevação de trabalhador em cesto. Utilizado para manutenção de equipamentos e acesso a locais altos.
	Tremonha	Equipamento de apoio à transferência de grãos sólidos descarregados diretamente nas caçambas de caminhões ou em vagões ferroviários. Equipamento móvel, tracionado por trator de apoio.

Fonte: elaboração própria.

De modo complementar, temos o conjunto de infraestrutura e equipamentos que compõem os transportadores contínuos de cargas grãos, tanto para os fluxos de recebimento quanto para a expedição marítima. A foto da Figura 39 ilustra, em dois planos, a estrutura de suporte ao transportador contínuo do píer e dos armazéns da Yara Fertilizantes, no Superporto.



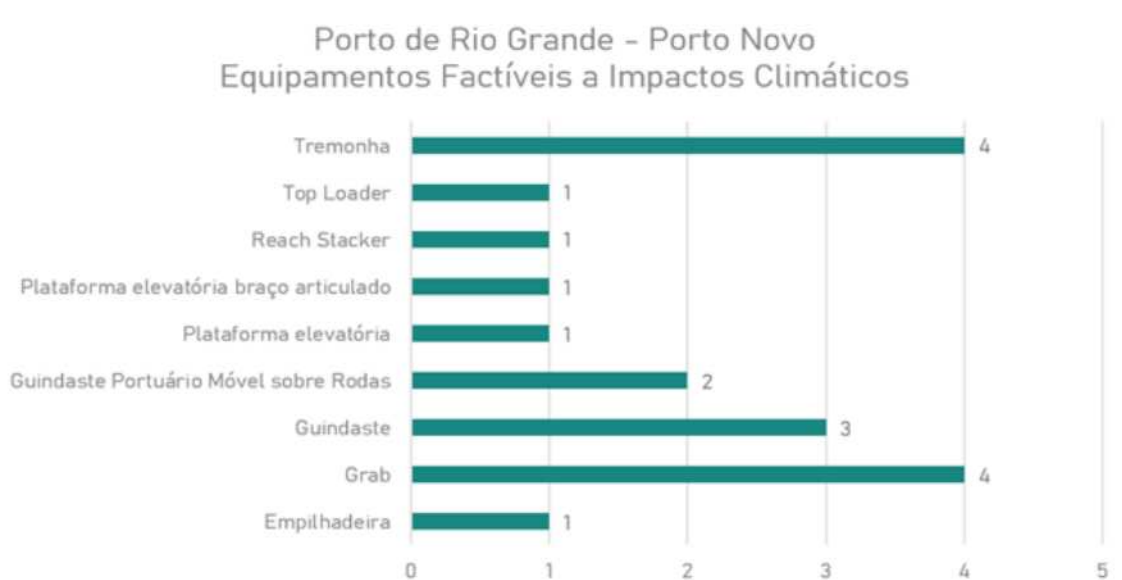
Figura 39:
Infraestrutura de suporte ao transportador contínuo: Yara, Superporto

Fonte: elaboração própria.

No PDZ, quanto à instalação dos terminais, estão descritos o zoneamento, nome do operador, tipo de carga, descrição de uso de berço e área de armazém, pátio, silo, tancagem e listagem de equipamentos dos terminais. Além do relatório técnico do PDZ, são disponibilizados geodatabase com arquivos compatíveis a Sistema de Informação Geográfica que leem e editam arquivos no formato shapefile.

O gráfico da Figura 40 ilustra os quantitativos de equipamentos para o Porto Novo, após a exclusão dos equipamentos menos sensíveis. A amostra totalizou 18 equipamentos, correspondendo a 23,7% de todos os equipamentos do Porto Novo. As caçambas grabs (acessório de guindaste) e as tremonhas existem em maior número. Porém são os Equipamentos de Içamento e os de movimentação de contêineres os que chamam mais atenção na análise de vulnerabilidade a ventos.

Figura 40: Histograma quantitativo absoluto dos equipamentos sujeitos a impactos climáticos no Porto de Rio Grande, Porto Novo.



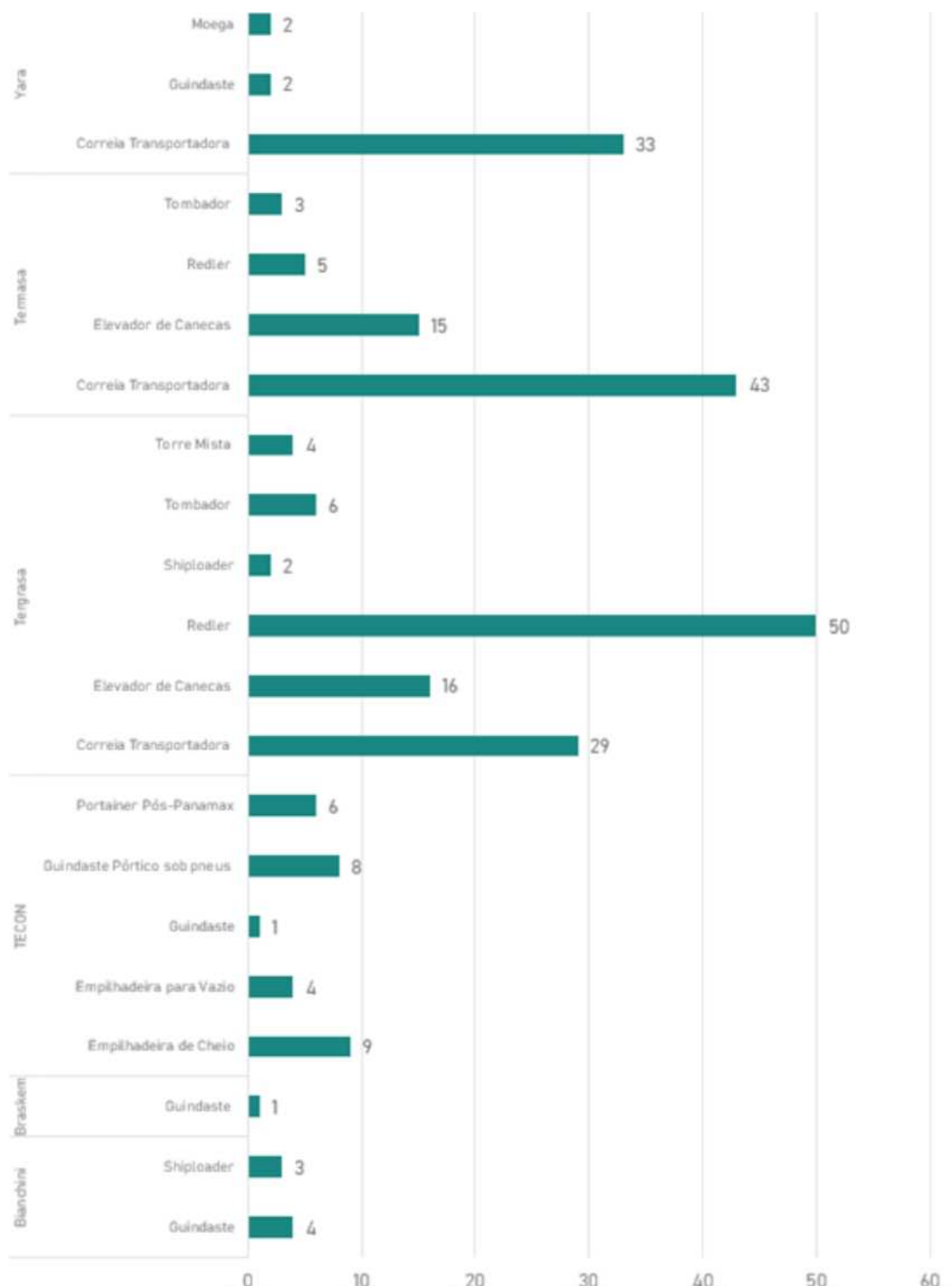
Fonte: elaboração própria com base em dados da SUPRG.

A Figura 41 apresenta o gráfico do quantitativo de equipamentos com possível risco de dano operacional e estrutural causado por eventos climáticos extremos, para os arrendatários do Superporto, após a exclusão dos equipamentos com caráter de mobilização e desmobilização, tais como, empilhadeiras de garfo de capacidade inferior a 9 t, escavadeiras, veículos de carga e veículos de apoio operacional. Todos esses veículos podem ser alocados a uma área mais segura do terminal, protegida da ação de ventos e inundações. A amostra selecionada totalizou 246 equipamentos, representando 76,2% do total do Superporto.

Os equipamentos em maior quantidade correspondem aos de transporte contínuo, fixos em estruturas de correia transportadora, elevador de canecas ou redler.

Os equipamentos com grande volume, área vélica e submetidos a trabalho em altura são os equipamentos de carregamento e descarregamento contínuo, movimentação de contêineres e guindastes.

Figura 41: Histograma quantitativo absoluto dos equipamentos sujeitos a impactos climáticos no Porto de Rio Grande, Superporto



Fonte: elaboração própria com base em dados da SUPRG.

Durante a visita técnica, algumas fotos dos equipamentos do porto foram tomadas e são apresentadas na Figura 42.

Figura 42: Equipamentos do Porto Novo: pá-escavadeira, escavadeira com grab, tremonhas, balança

Fonte: acervo próprio.

Quanto à infraestrutura de acessibilidade dos terminais do Porto do Rio Grande, percebe-se a hegemonia do modo rodoviário, tanto no Porto Novo quanto no Superporto. No primeiro, que é o mais antigo terminal em operação dentro da poligonal portuária, existe uma maior necessidade de uso do sistema viário arterial da cidade de Rio Grande para acessar as áreas portuárias e retroportuárias, podendo assim, causar conflitos de tráfego ou sofrer com os congestionamentos urbanos. Por outro lado, o Superporto conta com acesso viário pela BR-392, desviando do contexto urbano da cidade de Rio Grande.

Quanto à modalidade ferroviária, percebe-se que devido à conurbação entre as áreas portuária e retroportuária e a cidade de Rio Grande, o Porto Novo, apesar de possuir acesso por via férrea antiga, apresenta uma severa incompatibilidade operacional de comboios ferroviários de grande porte e capacidade. Nesse contexto, visando mitigar conflitos entre a Autoridade Portuária e a população urbana, o fluxo ferroviário com destino ao Porto de Rio Grande é alocado ao Superporto. Em suma, os terminais são atendidos conforme a tabela a seguir:

Tabela 31: Acessibilidade dos terminais do Porto de Rio Grande

Operadores por Margem	Acesso			
	Ferroviário	Rodoviário	Dutoviário	Hidroviário
Porto Novo				
Cais Carga Geral / cabeços 54-62	-	X	-	X
Cais Roll-on Roll-off / cabeços 44-54	-	X	-	X
Cais Fertilizantes / cabeços 8-44	X	X	-	X
Superporto				
Braskem	-	X	X	X
Transpetro e Petrobrás	-	X	X	X
Yara Fertilizantes	X	X	X	-
Bunge Alimentos	X	X	-	-
Bianchini	X	X	-	-
CCGL Tergrasa	X	X	-	-
CCGL Termasa	X	X	-	-
TECON Rio Grande	X	X	-	-
Estaleiro ERG	-	X	-	-

Fonte: PDZ Porto de Rio Grande, 2019

Outro fator importante quanto à acessibilidade é o sistema dutoviário do cais da Braskem, que interliga a unidades da Yara Fertilizante, otimizando assim, o uso do berço. Nesse berço, ocorre a acessibilidade hidroviária, com barcas provenientes de Triunfo (RS). O Porto Novo também processa embarcações hidroviárias com destino a Porto Alegre, transportando cereais.

As infraestruturas de transporte terrestre contam com a possibilidade do aumento da demanda por manutenções de superestrutura relacionada à ação da água pluvial, a qual acelera o processo de deterioração de pavimentos. As infraestruturas hidroviárias compartilham os mesmos problemas relacionados à operação das embarcações de rotas de longo curso e cabotagem: ventos, ondas, ressacas e chuvas. Os sistemas dutoviários poderão ter problemas referentes ao aumento do nível do mar, com a necessidade de remanejamento da linha, com instalação em cota mais elevada.

Em suma, as infraestruturas a serem utilizadas na definição do nível de severidade e, posteriormente, na matriz de risco são apresentadas a seguir pela Tabela 32: Acessibilidade dos terminais do Porto de Rio Grande.

Tabela 32: Acessibilidade dos terminais do Porto de Rio Grande

Infraestrutura	Observações
Canal Externo	-
Canal Interno	-
Bacia de Evolução	-
Sinalizações Náuticas	-
Berços	Localizado nos píeres
Molhes	Molhe Esquerdo e Molhe Direito

Edificações	Relativo aos prédios administrativos e operacionais sem função de armazenamento
Infraestrutura de Armazenamento	Relativo aos tanques destinados ao armazenamento de grãos líquidos
Equipamentos de Içamento	Relativo aos braços de carregamento marítimo para acoplamento dos mangotes às embarcações
Empilhadeiras	Relativo as empilhadeiras comuns de garfo, equipamentos de elevação pantográfica de colaboradores e veículos de apoio de pátio
Transportador Contínuo	Relativo a dutovias, tubulações, válvulas de alívio, registros de operação, filtros, painéis de comando, infraestrutura civil de suporte
Acesso Viário	Sistema viário e ramal ferroviário interno ao terminal

Fonte: PDZ Porto de Rio Grande, 2019

4.3.2. Interação entre as infraestruturas e as ameaças climáticas

A interação entre as infraestruturas e ameaças climáticas busca responder à seguinte pergunta norteadora:

- “Existe interação entre a infraestrutura X e a ameaça climática Y?”

Conforme discorrido na “Seção 4.1.5. Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas”, os terminais do Porto de Rio Grande contam com relações de danos operacionais e danos de infraestrutura relacionados a eventos climáticos críticos, ilustrados em tabelas, para cada terminal individualmente.

Por exemplo, os aspectos da integração física dos equipamentos móveis destinados à transferência de carga entre o terminal, armazéns ou pátios para os navios apresentam características díspares quanto à sua interação com as ameaças climáticas. No caso das empilhadeiras convencionais de garfo, empilhadeiras de vazio, transportadores de pátio para contêineres, reach stacker, veículos de apoio operacional, plataformas elevatórias móveis, escavadeiras, retroescavadeiras e demais veículos que possuem mobilidade pela estrutura viária do terminal, são facilmente desmobilizados para locais seguros durante eventos extremos, resguardando-os dos efeitos danosos de vendavais, tempestades e inundações. Considerou-se também a ocorrência de quedas de objetos ou colisões de embarcações nesses equipamentos móveis, as quais poderiam resultar em avarias.

Quando observados os equipamentos de maior porte, sendo eles fixos ou móveis sobre trilhos, instalados na linha do cais e píer, tais como, guindaste portuário, grua convencional, portainer, transtainer, shipunloader com grab, shiploader, essa desmobilização é inexistente e, portanto, estão susceptíveis à interação com algumas ameaças. Percebe-se que, do ponto de vista da Engenharia Mecânica, esses equipamentos são dimensionados para suportar as cargas operacionais dentro de condições climáticas adversas com uma margem de segurança estabelecida pelo projetista. Por se tratar de equipamentos com grande porte e volume, contam com área vélica suscetível à ação de ventos e tempestades e, assim, apresentam parâmetros limites para garantir a segurança do operador, da operação em si e, em condições mais severas, da própria integridade estrutural do equipamento.

O conjunto dos equipamentos móveis e fixos descritos anteriormente também podem ser afetados por condições climáticas não severas, porém com capacidade de afetar a integridade e a qualidade das cargas e mercadorias processadas. Temos como exemplo que a simples possibilidade da ocorrência de precipitações pluviométricas acarreta a paralisação do processo de embarque e desembarque de grãos sólidos como soja, milho, cevada, farelos e açúcares devido ao risco de fermentação, proliferação de fungos e deterioração biológica da carga. Também alguns fertilizantes são sensíveis à água devido à solubilidade dos componentes químicos.

As demais infraestruturas de conexão de cargas entre os terminais e os porões dos navios são complementadas pelos transportadores contínuos, tubulações/dutovias, realizando a movimentação de grãos sólidos, grãos líquidos e gasosos. Essas infraestruturas são instaladas sobre treliças espaciais e pórticos ou afixados sobre as pontes de acesso aos píeres. Essas estruturas podem estar mais expostas ao aumento do nível do mar, uma vez que o nível d'água de projeto dessas estruturas poderia ficar submerso, demandando assim a construção de novas estruturas e a realocação das tubulações e transportadores contínuos em alturas que sobreponha o nível do mar e das ressacas.

Outras possibilidades de impacto nessa infraestrutura é a colisão de embarcações à deriva e o arranque por empuxo dos telhados de edificações e coberturas dos transportadores contínuos devido a ventos fortes.

As inundações decorrentes do aumento do nível do mar podem causar uma ideia positiva quanto ao aumento das profundidades disponíveis em Canais de Acesso e Bacias de Evolução. Ocorre, porém, que o "lado terra" das poligonais portuárias poderá sofrer os maiores impactos financeiros devido a inundação temporária ou permanente, considerando perda de área da poligonal, necessidade de realocação, construção e reposicionamento de armazéns, equipamentos portuários e infraestrutura de acostagem de embarcações. Para evitar essas condições críticas, poder-se-á necessitar a construção de sistemas de polderes, molhes, sistemas moto-bombas e comportas para o controle do nível das cotas operacionais dos terminais.

As inundações pluviais também são preocupantes, pois em condições críticas elas podem saturar a capacidade de projeto dos sistemas de drenagem de pátios de contêineres e carga, linhas de cais, sistemas viários e áreas adjacentes aos equipamentos de armazenagem. O próprio aumento da cota freática do subsolo e a saturação devido à baixa drenagem podem acarretar perda física de resistência de solos, possibilitando assim o surgimento de recalques diferenciais acelerados em pilares de armazéns, instabilidade de taludes ou recalques de aterros de linhas de cais, sendo que nos piores cenários poderá ocorrer colapso estrutural dessas infraestruturas.

Quanto ao aumento dos períodos de ocorrência e ao aumento da intensidade desses eventos climáticos adversos, ter-se-ia um acréscimo das paralisações impostas pela Capitania dos Portos devido à priorização da segurança e integridade das embarcações e dos movimentos de entrada, saída, acostagem, desacostagem, manobras e fundeio. Por consequência, essas paralisações acarretam aumentos de custo logístico sistêmicos do complexo portuário, podendo acarretar multas de demurrage (sobre-estadia), cancelamento de embarque e, em situações mais severas e adversas, a perda de escala operacional do terminal portuário.

Partindo do pressuposto de que a infraestrutura de Engenharia Portuária de acostagem, de-

fensas, dolphins e de proteção, conta com boas práticas de manutenção, conservação e utilização da estrutura para a “embarcação tipo” que foi projetada as probabilidades de danos à infraestrutura devido a eventos climáticos como ventos, rajadas e ondas são menores. Porém, essa infraestrutura não está livre de inundações e da elevação do nível do mar, que podem gerar sobrepressão em taludes e causar patologias funcionais ou colapso de estruturas.

considerando também o que já foi exposto na etapa de levantamento do histórico de impactos associados ao clima, o canal de acesso pode ser impactado pelas seguintes ameaças climáticas (Tabela 33: Potenciais impactos climáticos nos canais de acessoTabela 33):

Tabela 33: Potenciais impactos climáticos nos canais de acesso

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura		
		Interrupção do Tráfego no Canal	Redução da estiva dos navios*	Encalhe de Embarcações*	Desconformação geométrica (redução calado)	Rompimento ancoragem das boias/balizamento	Dano funcional a faróis, sinalização e balizamento
Evento Climático	Chuva Persistente		X	X	X		
	Chuva Forte	X	X	X	X		
	Vento Fraco	X				X	X
	Vento Moderado	X			X	X	X
	Vento Forte	X	X	X	X	X	X
	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	X	X	X	X	X	X
	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar					X	X

* Este impacto decorre de sedimentação no canal devido a processos erosivos ou de carreamento de material particulado ao canal por meio de bacias de contribuição.

Fonte: elaboração própria.

Importante ressaltar que, embora fosse objetivo avaliar o estado de conservação e a frequência de manutenção das infraestruturas portuárias e dos equipamentos, essas informações não foram encontradas nos programas das empresas arrendatárias e da Autoridade do Porto de Rio Grande.

Já a bacia de evolução pode ser afetada pelas ameaças destacadas na Tabela 34, enquanto os elementos que afetam o Molhe são apontados na Tabela 35.

Tabela 34: Potenciais impactos climáticos nas bacias de evolução

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura	
		Interrupção das manobras das embarcações	Redução da estiva dos navios*	Encalhe de Embarcações*	Desconformação geométrica (redução calado)	Desconformação geométrica (planimetria)
Evento Climático	Chuva Persistente		X	X	X	X
	Chuva Forte	X	X	X	X	X
	Vento Fraco	X				
	Vento Moderado	X		X	X	X
	Vento Forte	X	X	X	X	X
	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	X	X	X	X	X
	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar				X	X

* Este impacto decorre de sedimentação no canal devido a processos erosivos ou de carreamento de material particulado ao canal por meio de bacias de contribuição.

Fonte: elaboração própria.

Tabela 35: Potenciais impactos climáticos nos molhes da barra

		Dano Operacional			Dano Infraestrutura	
		Interrupção do Tráfego / Fechamento da Barra	Redução da segurança do tráfego marítimo	Conflitos de Tráfego	Desconformação geométrica dos molhes (deslocamento de tetrópodes)	Perda da funcionalidade da proteção e abrigagem dos molhes
Evento Climático	Chuva Persistente					
	Chuva Forte					
	Vento Fraco					
	Vento Moderado	X	X	X	X	X
	Vento Forte	X	X	X	X	X
	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	X	X	X	X	X
	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar					

* Este impacto decorre de sedimentação no canal devido a processos erosivos ou de carreamento de material particulado ao canal por meio de bacias de contribuição.

Fonte: elaboração própria.

Outros elementos como Acostagem, Equipamentos, Armazenamento e Sistema Viário podem ser acometidos pelas ameaças apresentadas nas Tabela 36 e Tabela 37.

Tabela 36: Potenciais impactos climáticos nas áreas do Porto Novo e Super Porto

		Danos Operacionais			
		Acostagem	Equipamentos	Armazenamento	Sistema Viário
Evento Climático	Chuva Persistente	X	X		
	Chuva Forte	X	X	X	X
	Vento Fraco	X	X		
	Vento Moderado	X	X	X	
	Vento Forte	X	X	X	X
	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	X	X	X	X
	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar		X		

Tabela 37: Potenciais impactos climáticos causados nas áreas do Porto Novo e Super Porto

		Danos às Infraestruturas			
		Acostagem	Equipamentos	Armazenamento	Sistema Viário
Evento Climático	Chuva Persistente				
	Chuva Forte	X		X	X
	Vento Fraco	X	X		
	Vento Moderado	X	X	X	
	Vento Forte	X	X	X	X
	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	X	X	X	X
	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	X			

Fonte: elaboração própria.

Importante ressaltar que, embora fosse objetivo avaliar o estado de conservação e à frequência de manutenção das infraestruturas portuárias e dos equipamentos, não foram obtidas informações sobre os programas das empresas arrendatárias e da Autoridade do Porto do Rio Grande.

4.3.3. Escala de severidade

A escala de severidade busca responder à seguinte pergunta norteadora:

- Quais são os possíveis níveis de severidade (estrutural e operacional) que as infraestruturas podem sofrer?

A seguir são apresentadas as escalas de severidade validadas com o porto. As Tabela 38 a Tabela 41 descrevem componentes específicos de severidade estrutural e operacional por perfil de carga, enquanto a Tabela 42 e a Tabela 43 englobam componentes comuns a todos operadores do complexo portuário, as quais independem do perfil carga.

Tabela 38: Escala de Severidade Estrutural: grânéis sólidos, líquidos e containerizada

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL		
		Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Contêineres
1	Leve	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção	Vistoria à rede dutoviária, filtros, registros, válvulas e piezômetros Vistoria a tanques de armazenagem Não há necessidade de intervenção de manutenção	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção
2	Moderado	Inspecções, vistorias e manutenção preventiva não programada em shiploader e guindastes grabs; e Interrupção das balanças e moegas por questões de inundações pontuais.	Vistoria aponta necessidade de manutenção preventiva Necessidade de realizar limpeza de filtros Reaperto de flanges Lubrificação de válvulas Supressão de oxidação e limpeza de componentes do sistema dutoviário Limitação do calado máximo do Canal Externo para 15 m com embarcação navegando a 12 nós (22,2km/h).	Inspecções, vistorias e manutenção preventiva não programadas em portêiner; e Perda do sistema eletrônico de dados.
3	Grave	Inspecções, vistorias e manutenção corretiva em shiploaders, <i>shipunloaders</i> (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos com perda funcional do equipamento.	Desacoplamento de mangotes sem vazamento de carga química.	Inspecções, vistorias e manutenção corretiva em portêiner, transtêiner e reach stacker devido à perda funcional do equipamento. Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento, que inviabiliza a sua operação por período de até 7 dias. Perda dos OCRs (Reconhecimento Óptico de Caracteres) de acesso.
4	Severo	Dano funcional a shiploaders, <i>shipunloaders</i> (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada em menos de 6 meses.	Incêndio em áreas adjacentes. Danos pontuais a dutos e tanques; e Rompimento de mangotes com vazamento de carga química.	Dano funcional a equipamentos de içamento, tais como gruas e guindastes devido a colisões e conflitos entre equipamentos e embarcações. Demanda de manutenção corretiva executada em menos de 6 meses; e Perda de energia elétrica por interrupção do sistema de distribuição de energia.

5	Catastrófico	Colapso estrutural em shiploaders, <i>shipunloaders</i> (sugadores), guindastes grabs e transportadores contínuos. Perda total do equipamento.	Incêndio e explosão nos sistemas de tubos devido a fatores climáticos extremos; e Colapso de estruturas de armazenagem, tubulações, dutovias e sistemas de combate a incêndio.	Colapso estrutural de portêiner e trans-têiner com perda total do equipamento; e Danos graves nas edificações essenciais às atividades do terminal.
---	---------------------	--	---	--

Fonte: elaboração própria.

Tabela 39: Escala de Severidade Estrutural: celulose e estaleiro

Nível de Severidade	ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL		
		Celulose	Estaleiro
1	Leve	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção	Vistoria de instalações e equipamentos sem demanda de manutenção
2	Moderado	Inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programada de equipamentos de içamento, tais como gruas e guindastes; Reparos no telhado e portões dos armazéns, realizado por equipe externa e interna causando remoção de carga; e Inspeções não programadas em equipamentos para içamento.	Vistoria de instalações e equipamentos demanda manutenção preventiva
3	Grave	Reparo de telhados e portões por equipe externa com período de execução até 1 mês (operador do Porto Novo); e Reparos estruturais que afetam a operação (operador do Porto Novo).	Colapso de lanças de guindastes; Colapso da estrutura do porta-batel e cais em caso de realização de operação de docagem e desdocagem. Possibilidade de manutenção corretiva
4	Severo	Trincas, recalques diferenciais e quebra parcial de paredes e elementos estruturais de galpões e armazéns, com perda funcional parcial; e Patologias de trincas, quebra e afundamento do piso de armazém, com perda funcional parcial	Danos estruturais ao estaleiro (galpões, equipamentos telhados). Manutenção corretiva de alto custo
5	Catastrófico	Colapso funcional e estrutural de galpões e armazéns com perda total da funcionalidade de paredes e estruturas de suporte (pilares, vigas, baldrame); e Colapso funcional e estrutural do piso de armazém	Danos estruturais a equipamentos e infraestrutura Demanda reconstrução de infraestrutura e aquisição de novos equipamentos (ponte rolante, porta-batel, gruas)

Fonte: elaboração própria.

Tabela 40: Escala de Severidade Operacional: granéis sólidos, líquidos e contêineres

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL		
		Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Contêineres
1	Leve	Atrasos nos processamentos das embarcações, não causando prejuízos com multas contratuais de sobre-estadia e <i>demurrage</i> de cargas e navios.	Monitoramento das condições climáticas para eventual parada de operação.	Paralisação de todas as atividades no pátio do terminal durante um período menor que 6 h; e Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração menor que 6h.
2	Moderado	Prejuízos financeiros oriundos da sobre-estadia de embarcações e cargas nos terminais dentro de nível admissível.	Vistoria dos cabeamentos de ancoragem das embarcações; Vistoria dos conectores, mangotes, válvulas, piezômetros, manômetros e cadência de transferência navio-terminal	Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período entre 6 e 24 h. Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração entre 6 e 24 h.

3	Grave	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço). Paralisação de todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal por um período entre 24 e 48 h. Evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres com duração entre 24 e 48 h.
4	Severo	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço); e Parada total das atividades por curto período.	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço). Perda de escala de navios no TECON devido a condições climáticas adversas. Baixo nível de serviço causado por danos à infraestrutura do terminal. Cancelamento de operações de embarque e desembarque de contêineres.
5	Catastrófico	Interrupção das operações por tempo indeterminado; e Parada total das atividades por longo período.	Interrupção das operações por tempo indeterminado.	Interrupção das operações por tempo indeterminado. Assoreamento abrupto do cais de atracação. Colisão e colapso estrutural dos equipamentos de grande porte (guindastes), paralisando as atividades por longo tempo.

Tabela 41: Escala de Severidade Operacional: celulose e estaleiro

Nível de Severidade		ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL	
		Celulose	Estaleiro
1	Leve	Interferência no carregamento de toras de madeira, exigindo maior cautela no tráfego de caminhões no cais e no içamento dos feixes de toras.	Restrição e atraso na entrada e/ou saída de embarcações no dique do estaleiro por um período menor que 6h; e Atraso nas operações de construção naval e manutenção por um período menor que 6 h.
2	Moderado	Cancelamento do embarque de celulose; Comprometimento do carregamento de toras de madeira e compensados; e Interrupção parcial das atividades realizadas na área externa.	Restrição e atraso na entrada e/ou saída de embarcações no dique do estaleiro por um período entre 6 e 24 h; Atraso nas operações de construção naval e manutenção por um período entre 6 e 24 h; e Cancelamento da operação de retirada ou colocação do porta-batel, que dá acesso ao dique.
3	Grave	Inibição parcial do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço); e Interrupção das atividades que são realizadas na área externa e interna.	Adiamento de qualquer operação de entrada e/ou saída do dique, abertura e/ou fechamento do porta-batel.
4	Severo	Cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque (navios atracados no berço).	Cancelamento de qualquer operação de entrada e/ou saída de embarcações no dique. Cancela operação de retirada ou colocação do porta-batel; Paralisação das atividades com pórticos e guindastes.
5	Catastrófico	Interrupção de todas as operações por tempo indeterminado.	Interrupção das operações por tempo indeterminado.

Fonte: elaboração própria.

Tabela 42: Escala de Severidade Estrutural para características e danos comuns a todos operadores do complexo portuário

ESCALA DE SEVERIDADE ESTRUTURAL		
Características e danos comuns a todos os operadores do complexo portuário		
Nível de Severidade		Descrição
1	Leve	A ação nos equipamentos não apresenta danos, apenas exige a realização de vistoria da equipe do terminal; Danos funcionais pequenos que não afetam a operação. Porém, se não reparados, podem acelerar processos de deterioração da infraestrutura, causar algum dano à carga processada e deixar o ambiente insalubre ao trabalho; Eventos intensos e de curta duração podem causar empoçamento de água e maior tempo de escoamento nos sistemas de drenagem em pátios, cais, sistema viário e ferroviário de acesso aos terminais. Necessita de limpeza e desobstrução de bocas de lobo, bueiros e sarjetas dentro do planejamento organizacional do terminal; Vistoria de cais, cabeamento de acostagem, defensas, armazéns, equipamentos de içamento, transportadores contínuos, pátios, silos, armazéns, tanques, esferas e sistema viário (rodoviário e ferroviário). Baixíssimo custo de manutenção. Manutenção realizada por equipe do porto ou do operador dos terminais, em prazo inferior a 24h; e <u>Impraticabilidade total do porto (entrada e saída dos molhes) em período inferior a 6h/dia.</u>
2	Moderado	Estouro de cabeamento de acostagem, sem deriva do navio; A ação em equipamentos que apresentam danos que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção preventiva; Deflúvio com volume de água suficiente para causar empoçamento de água e pequenas inundações nas áreas internas do perímetro portuário, incluindo áreas de cais, armazéns e acessos terrestres. Observa-se maior tempo de escoamento dos sistemas de drenagem em pátios, cais, sistema viário e ferroviário de acesso aos terminais. Demanda equipe de manutenção, realizando serviços de varrição, limpeza de entulho, bombeamento mecânico de água com conjunto moto-bomba; Pequenos danos às infraestruturas de cercamento, rede elétrica, telefonia e logística na área portuária; Manutenção realizada por equipe interna do operador ou por representante do equipamento. Serviços realizados entre 24h e 48h; Arranque parcial de telhado e cobertura de armazéns e transportadores contínuos. Arranque total de cobertura de prédios administrativos; e Necessidade de manutenção corretiva em um elemento de sinalização (boia ou baliza), danificado em colisão com embarcação de pequeno ou grande porte.
3	Grave	A ação nos equipamentos apresenta danos, que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção corretiva leve; Estouro de todo o cabeamento de acostagem, com deriva de navio; Deslocamento/avaria nas bóias de sinalização do canal; Arranque total de telhado e cobertura, armazéns e transportadores contínuos; Quebra de estiva de navios (30% a 40%) devido à perda de profundidade do canal, ocasionando restrições de calado no canal de acesso e berços; Deflúvio com volume de água não é mais processado pelo sistema de drenagem, estando o mesmo colapsado, causando inundações em áreas de cais, armazéns e acessos terrestres. Demanda execução de troca de manilhas, aumento das dimensões e quantitativos de bocas de lobo e melhora da declividade de sarjetas; e Reparo de manutenção de equipamentos afetando parcialmente as atividades do porto. Manutenção realizada por equipe própria ou terceira, no prazo de 7 dias.

4	Severo	Perda dos acessos rodoviários; A ação nos equipamentos apresenta danos funcionais reparáveis, que exigem a realização de paralisação, vistoria e manutenção corretiva severa; Ocorrência de inundações de cais e áreas de terminais nos píeres causando solapamento devido as resacas e regimes de ondas, com perda funcional e estrutural da infraestrutura; Quebra de estiva de navios (40% a 50%) devido à perda de profundidade do canal, ocasionando restrições de calado no canal de acesso e berços, ocorrido por processos sedimentológicos estuarinos acelerados por condições climáticas adversas; Danos à infraestrutura da praticagem e do terminal, bem como as obras e reparos para manutenção causam impactos operacionais, atingindo Baixo Nível de Serviço; Colapso de estruturas de sinalização náutica; e <u>Colapso parcial de armazéns, transportadores, cais, canal, bacia de evolução e infraestrutura portuária.</u>
5	Catastrófico	Perda de estruturas do porto, com colapso, abrangendo infraestrutura, armazéns, molhes, equipamentos de embarque e transportadores contínuos; Colisão de embarcação com cais/píer ou equipamentos de içamento/transferência acarretando no colapso estrutural da infraestrutura; A ação nos equipamentos apresenta danos estruturais e funcionais irreparáveis que exigem a paralisação imediata. Nos equipamentos, a manutenção corretiva não apresenta viabilidade econômica, sendo necessário aquisição de novos equipamentos. As infraestruturas civis e portuárias devido ao colapso necessitam reconstrução; Colapso de estruturas de armazenagem, estruturas de suporte transportadores contínuos, erosões e deterioração de cais/píer/berço causando total inoperância da estrutura; Colisão entre embarcações, causando adornamento ou naufrágio, bloqueando o canal de acesso e berços; Inundações constantes; e Sedimentação, alterações em correntes de marés e vazões fluviais com redução de profundidade do canal de acesso, com desconformação das bacias de evolução.

Fonte: elaboração própria.

Tabela 43: Escala de Severidade Operacional para características e danos comuns a todos operadores do complexo portuário

ESCALA DE SEVERIDADE OPERACIONAL Características e danos comuns a todos os operadores do complexo portuário		
Nível de Severidade		Descrição
1	Leve	Inibição no processo de desatracação de embarcações acostadas. O resultado do monitoramento das condições climáticas poderá declarar a paralisação das atividades de abastecimento de embarcações; Atrasos nos processamentos das embarcações, não causando prejuízos com multas contratuais de sobre-estadia e <i>demurrage</i> de cargas e navios.
2	Moderado	Cancelamento de serviços realizados em altura e embarcados nos navios do berço; Interrupção parcial, podendo inibir o processo de desatracação de embarcações acostadas; Prejuízos financeiros oriundos da sobre-estadia de embarcações e cargas nos terminais dentro de nível admissível; Interrupção parcial dos terminais; Impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período diurno; e/ou impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período noturno.

3	Grave	Interrupção total de mais de uma atividade do porto, gerando severos prejuízos financeiros de sobre-estadia; Serviços de reabastecimento de navios com diesel marítimo cancelados; Fechamento total da barra. Impraticabilidade de Entrada e Saída dos Molhes no período diurno e/ou período noturno; Filas de espera dos navios nos fundeadouros entre 72 h e 120 h; Prejuízo financeiro pela sobre-estadia de embarcações; Cancelamento de trabalhos: (a) em altura, realizados mesmo em cockpits de equipamentos; (b) trabalhos em equipamentos elevatórios de operários em cestos via braço articulado; (c) trabalho em altura realizado embarcado em navios atracados e fundeados.
4	Severo	Perda de escala funcional ou filas de espera dos navios nos fundeadouros.com tempo superior a 120 h (5 dias); Cancelamento do embarque e desembarque de cargas. Paralisações das atividades portuárias superior a 24 h; Impraticabilidade da barra no período noturno até a sua prontificação da sinalização. Eventos climáticos acarretam impraticabilidade da barra no período de 24 h a 72 h, com alteração; Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando: (a) afastamento de colaborador sem óbito; (b) ocorrência de óbito de trabalhador (evento isolado); Rupturas contratuais devido ao não cumprimento de prazos e prestação de serviço de transporte marítimo; Baixo Nível de Serviço causado por danos a infraestrutura.
5	Catastrófico	Diminuição dos calados dos navios, quebra de contrato para carregamento de carga, aumento do seguro e porto considerado inseguro; Fechamento operacional do Porto de Rio Grande, com parada total das atividades. Fechamento do porto por tempo indeterminado. Mais de 80% a 100% das categorias de cargas operadas no porto não são atendidas; Ocorrência de acidente de trabalho devido a condições climáticas adversas, causando óbito de trabalhadores (evento coletivo); Custo altíssimo com necessidade de financiamento de longo prazo.

Fonte: elaboração própria.

4.3.4. Classificação de Severidade

A classificação da severidade busca responder à seguinte pergunta norteadora:

- Caso haja interação entre a infraestrutura X e a ameaça climática Y, qual é o nível de severidade?

Após o estabelecimento da escala de severidade, a equipe consultora definiu o nível de severidade de cada infraestrutura em associação a uma ameaça climática. Para consolidar os dados, o Porto do Rio Grande também contribuiu e validou os níveis de severidade pré-definidos pela consultoria.

Com essa avaliação, foram construídas as Tabela 44 a Tabela 53. Essas tabelas apresentam os níveis de severidade estrutural e operacional de cada infraestrutura do porto, respectivamente.

Os resultados preenchidos pela cor cinza ("S.I.") nas referidas tabelas revelam a falta de interação entre ambas as variáveis. Essa definição foi feita com base no conhecimento de clima e das infraestruturas portuárias da consultoria e validada pelo porto

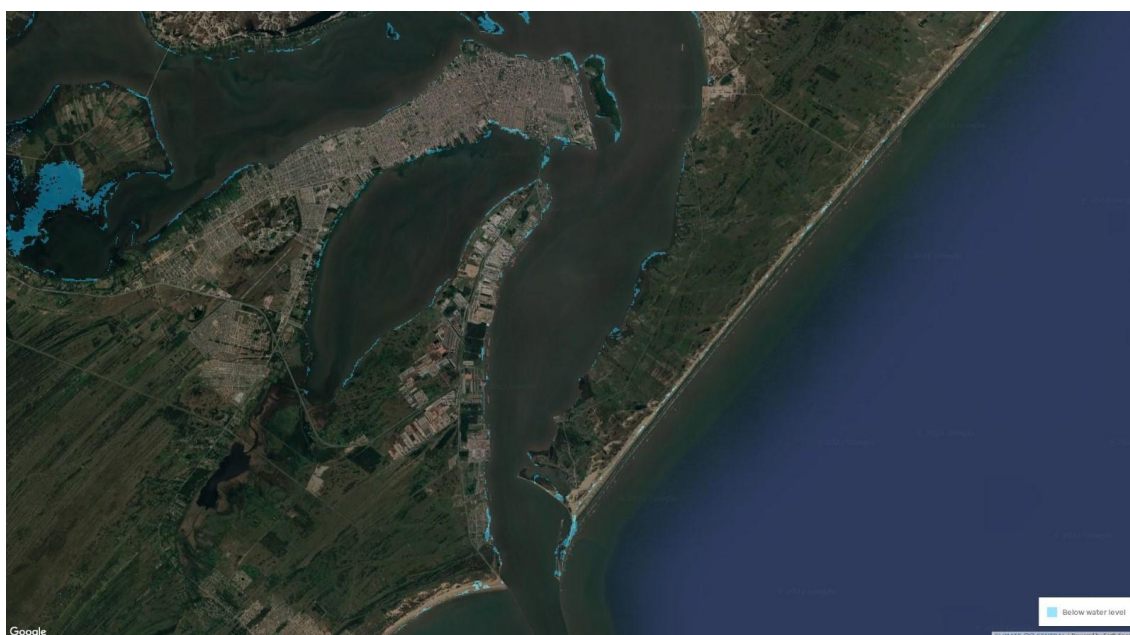
4.3.4.1. Contêineres

Para o perfil de carga tipo Contêineres, verifica-se que, para os níveis de severidade estrutural, as ameaças climáticas de maior destaque são Chuva Forte e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Para Inundações devido ao Aumento do nível do Mar, as infraestruturas que atingiram o valor de severidade igual a 3 (Grave) foram Sinalização Náutica, Berços, Molhes, Infraestruturas de Armazenamento e Equipamentos de Içamento. Para Chuva Forte, o nível de severidade grave foi alcançado para Edificações e Infraestrutura de Armazenamento. Destaca-se um nível de severidade moderado para Vento Forte em uma série de infraestruturas (Tabela 44).

Com relação aos níveis de severidade operacional, verificou-se que as ameaças climáticas relacionadas à Chuva Forte e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar são relevantes à operação do porto. Para Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, as infraestruturas que apresentam nível de severidade igual a 3 (Grave) são Berços, Molhes, Edificações, Equipamentos de Içamento e o Acesso Viário (Tabela 45). É importante frisar que, considerando o aspecto operacional, a interação entre a ameaça Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar e as Infraestruturas de Armazenamento possui um dos maiores níveis de severidade da análise: Nível 4 - Severo. Também observou-se severidade Grave para a interação entre Chuva Forte e Equipamentos de Içamento.

A Figura 43 a seguir demonstra a mancha de inundação na área do porto, capaz de causar danos com os níveis de severidade descritos anteriormente.

Figura 43: Área inundada (aumento do nível do mar mais ressacas com Tempo de Retorno de 1 ano) para o cenário de altas emissões (SSP5-8.5) para o ano de 2050 para Rio Grande



Fonte: Climate Central, 2022

Tabela 44: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Contêineres – severidade estrutural

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	S.I.	S.I.	1	1	1	1	S.I.
Canal Interno	S.I.	S.I.	2	1	1	2	2
Bacia de Evolução	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	2	1	S.I.	1	3
Berços	2	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Molhes	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	1	3
Edificações	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Infraestrutura de Armazenamento	3	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Equipamentos de Içamento	2	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Empilhadeiras	2	S.I.	2	1	S.I.	2	S.I.
Acesso Viário	2	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	2

1 Leve
 2 Moderado
 3 Grave
 4 Severo
 5 Catastrófico
 S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

Tabela 45: Nível de classificação evento-operação-severidade para Contêineres – severidade operacional

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	1	S.I.	2	1	1	2	S.I.
Canal Interno	2	S.I.	2	1	1	2	1
Bacia de Evolução	1	S.I.	2	1	1	2	1
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	1
Berços	2	1	2	1	S.I.	2	3
Molhes	1	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	3
Edificações	1	1	1	1	S.I.	1	3
Infraestrutura de Armazenamento	2	1	1	1	S.I.	1	4
Equipamentos de Içamento	3	1	2	1	S.I.	2	3
Empilhadeiras	1	1	1	1	1	1	S.I.
Acesso Viário	2	S.I.	1	1	S.I.	1	

1 Leve 2 Moderado 3 Grave 4 Severo 5 Catastrófico S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

5.3.4.2. Estaleiro

Em relação ao perfil de carga Estaleiro, observou-se que os níveis de severidade estruturais de maior importância acontecem para a ameaça climática de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. A variável apresentou valores de severidade igual a 3 (Grave) em ao menos 3 infraestruturas (Sinalização Náutica, Berços e Acesso Viário) e um nível 4 (Severo) de severidade na interação com os Molhes (Tabela 46).

Para os níveis de severidade operacional, observou-se que a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é também a mais relevante para o porto. Para ela, as infraestruturas como Berços, Molhes, Edificações, Infraestruturas de Armazenamento e Acesso Viário apresentam nível de severidade igual a 3 (Grave) (Tabela 47).

Tabela 46: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Estaleiro – severidade estrutural

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Canal Interno	S.I.	S.I.	2	1	1	2	2
Bacia de Evolução	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	2	1	S.I.	1	3
Berços	2	1	2	1	S.I.	2	3
Molhes	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	1	4
Edificações	2	S.I.	1	1	S.I.	2	2
Infraestrutura de Armazenamento	2	1	2	1	S.I.	2	2
Equipamentos de Içamento	2	1	2	1	S.I.	2	2
Empilhadeiras	2	1	1	1	S.I.	1	S.I.
Acesso Viário	1	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	3

1 Leve
 2 Moderado
 3 Grave
 4 Severo
 5 Catastrófico
 S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

Tabela 47: Nível de classificação evento-operação-severidade para Estaleiro – severidade operacional

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	1	S.I.	2	1	1	2	S.I.
Canal Interno	2	S.I.	2	1	1	2	1
Bacia de Evolução	1	S.I.	2	1	1	2	1
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	1
Berços	2	2	2	1	S.I.	2	3
Molhes	1	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	3
Edificações	1	1	1	1	S.I.	1	3
Infraestrutura de Armazenamento	2	2	1	1	S.I.	1	3
Equipamentos de Içamento	2	1	2	1	S.I.	2	2
Empilhadeiras	1	1	2	1	1	2	S.I.
Acesso Viário	2	S.I.	1	1	S.I.	1	3

1 Leve
 2 Moderado
 3 Grave
 4 Severo
 5 Catastrófico
 S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

5.3.4.3. Granéis Líquidos

Em relação aos níveis de severidade estrutural para o perfil de carga de Granéis Líquidos, a ameaça de Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é a mais relevante para o porto, sendo que a interação com os Molhes tem grau de severidade Severo (Tabela 48).

Já as ameaças de Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar apresentaram maior relevância dentro da análise de níveis de severidade operacional. As interações de Vento Forte com Equipamentos de Içamento e Transportadores Contínuos atingiram um valor de severidade igual a 3 (Grave). Esse mesmo valor foi alcançado também para a interação de Vento Quadrante Sul-Sudoeste com Equipamentos de Içamento e Transportadores Contínuos. Por fim, considerando Inundações devido

ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, o grau de severidade foi classificado como grave para Berços, Molhes, Edificações, Infraestrutura de Armazenamento, Equipamentos de Içamento e Transportadores Contínuos (Tabela 49).

Tabela 48: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Granéis Líquidos – severidade estrutural

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Canal Interno	S.I.	S.I.	2	1	1	2	2
Bacia de Evolução	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	2	1	S.I.	1	3
Berços	2	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Molhes	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	1	4
Edificações	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Infraestrutura de Armazenamento	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Equipamentos de Içamento	2	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Empilhadeiras	2	S.I.	1	1	S.I.	1	S.I.
Transportador contínuo	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Acesso Viário	2	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	2

1 Leve 2 Moderado 3 Grave 4 Severo 5 Catastrófico S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

Tabela 49: Nível de classificação evento–operação–severidade para Granéis Líquidos – severidade operacional

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	1	S.I.	2	1	1	2	S.I.
Canal Interno	2	S.I.	2	1	1	2	1
Bacia de Evolução	1	S.I.	2	1	1	2	1
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	1
Berços	2	2	2	1	S.I.	2	3
Molhes	1	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	3
Edificações	1	1	1	1	S.I.	1	3
Infraestrutura de Armazenamento	2	2	1	1	S.I.	1	3
Equipamentos de Içamento	1	1	3	2	S.I.	3	3
Empilhadeiras	1	1	1	1	1	1	S.I.
Transportador contínuo	2	S.I.	3	2	S.I.	3	3
Acesso Viário	1	S.I.	1	1	S.I.	1	2

1 Leve
2 Moderado
3 Grave
4 Severo
5 Catastrófico
S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

5.3.4.4. Granéis Sólidos

Avaliando-se os níveis de severidade estrutural para o perfil de carga Granéis Sólidos, nota-se que as ameaças climáticas de maior importância são Chuva Forte e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Apresentam um valor de severidade igual a 3 (Grave) a interação de Edificações, Infraestrutura de Armazenamento e Transportadores Contínuos e a ameaça de Chuva Forte. Enquanto Inundações devido ao Aumento do Nível do Mar têm interação considerada severa com os Molhes (Tabela 50).

No que diz respeito aos níveis de severidade operacional, avaliou-se que as ameaças de Vento Forte, Chuva Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar possuem relevância para o porto (Tabela 51).

Tabela 50: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Granéis Sólidos – severidade estrutural

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Canal Interno	S.I.	S.I.	2	1	1	2	2
Bacia de Evolução	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	2	1	S.I.	1	3
Berços	2	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Edificações	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Molhes	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	1	4
Infraestrutura de Armazenamento	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Equipamentos de Içamento	2	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Empilhadeiras	2	S.I.	1	1	S.I.	1	S.I.
Transportador contínuo	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Acesso Viário	2	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	2

Fonte: elaboração própria.

Tabela 51: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Granéis Sólidos – severidade operacional

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Fraco	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	1	S.I.	2	1	1	2	1
Canal Interno	2	S.I.	2	1	1	2	1
Bacia de Evolução	1	S.I.	2	1	1	2	1
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	1
Berços	2	2	2	1	S.I.	2	3
Edificações	1	1	1	1	S.I.	1	3
Molhes	1	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	3
Infraestrutura de Armazenamento	2	2	1	1	S.I.	2	4
Equipamentos de Içamento	3	2	3	1	S.I.	3	3
Empilhadeiras	1	1	1	1	1	2	S.I.
Transportador contínuo	3	2	2	1	S.I.	3	3
Acesso Viário	2	S.I.	1	1	S.I.	1	

1 Leve
2 Moderado
3 Grave
4 Severo
5 Catastrófico
S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

5.3.4.5. Celulose

No que diz respeito ao perfil de carga de Celulose, pode-se dizer que os níveis de severidade operacional e estrutural mais relevantes estão associados às ameaças de Chuva Forte e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Para esta ameaça, tanto a severidade operacional quanto a estrutural apresentaram níveis iguais a 4 (Severo) nas interações com Molhes (estrutural) e com Infraestrutura de Armazenamento (operacional).

Destaca-se ainda que para a severidade estrutural, as infraestruturas que possuem nível de severidade igual a 3 (Grave) são Sinalizações Náuticas e Berços na interação com Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar e Edificações e Infraestruturas de Armazenamento.

to na interação com Chuva Forte (Tabela 52).

Já para a severidade operacional, observa-se um grau de severidade Grave para interações entre Inundações devido ao Aumento do Nível do Mar com Berços, Molhes, Edificações, Acesso Viário e Equipamentos de Içamento (Tabela 53).

Tabela 52: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Celulose – severidade estrutural

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Forte	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Canal Interno	S.I.	S.I.	2	1	1	2	2
Bacia de Evolução	S.I.	S.I.	1	1	1	1	2
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	2	1	S.I.	1	3
Berços	2	S.I.	2	1	S.I.	2	3
Molhes	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	1	4
Edificações	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Infraestrutura de Armazenamento	3	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Equipamentos de Içamento	2	S.I.	2	1	S.I.	2	2
Empilhadeiras	2	S.I.	1	1	S.I.	1	S.I.
Acesso Viário	2	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	2

1 Leve 2 Moderado 3 Grave 4 Severo 5 Catastrófico S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

Tabela 53: Nível de classificação evento–infraestrutura–severidade para Celulose – severidade operacional

Ameaças Climáticas Infraestrutura	Chuva Forte	Chuva Persistente	Vento Forte	Vento Moderado	Vento Forte	Vento Quadrante Sul-Sudoeste	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar
	Chuva acima de 10 mm	Chuva acima de 1 mm	Vento acima de 10 m/s (36 km/h)	Vento acima de 7 m/s (25,2 km/h)	Vento acima de 3 m/s (10,8 km/h)		Inundação de 0,2 m
Canal Externo	1	S.I.	2	1	1	2	S.I.
Canal Interno	2	S.I.	2	1	1	2	1
Bacia de Evolução	1	S.I.	2	1	1	2	1
Sinalização Náutica	S.I.	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	1
Berços	2	2	2	1	S.I.	2	3
Molhes	1	S.I.	1	1	S.I.	S.I.	3
Edificações	1	1	1	1	S.I.	1	3
Infraestrutura de Armazenamento	2	2	1	1	S.I.	1	4
Equipamentos de Içamento	3	1	2	1	S.I.	3	3
Empilhadeiras	1	1	2	1	1	2	S.I.
Acesso Viário	2	S.I.	1	1	S.I.	1	

1 Leve
 2 Moderado
 3 Grave
 4 Severo
 5 Catastrófico
 S.I. Sem Interação

Fonte: elaboração própria.

4.4. Cálculo do Risco Climático

4.4.1. Matriz de Risco

Esse tópico pretende responder às seguintes perguntas norteadoras:

- “Qual é o nível de risco climático de cada infraestrutura portuária?”;
- “A quantidade de infraestruturas sob risco alto irá aumentar ou diminuir no futuro?”; e
- “Quais são as infraestruturas sob maior risco e por quê?”.

Considerando as informações obtidas no levantamento da probabilidade das ameaças climáticas e levantamento das infraestruturas portuárias e severidade, a matriz de risco foi construída

por perfil de carga e tipo de risco (operacional ou estrutural). Ao longo da discussão dos riscos por perfil de carga, serão apresentadas tabelas resumo que indicam quais interações apresentam risco “médio” a “alto”. Nelas, serão atribuídos comentários explicativos sobre as interações existentes e sua relação com o risco associado.

4.4.1.1 Contêineres

Riscos estruturais: Em relação aos contêineres, o maior risco estrutural encontrado é “médio” (Tabela 54). Os impactos relacionados a esse valor estão associados à insegurança de transporte desse tipo de carga por ameaças como chuvas fortes, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar.

Em geral, interações que alcançam o nível “médio” de risco podem levar ao colapso dos sistemas de drenagem com impactos às cargas, perda de funcionalidade de equipamentos de sinalização, quebra de Equipamentos de Içamento, queima de equipamentos elétricos e necessidade constante de manutenção e reparo. Essas ações demandam respostas financeiras, incluindo gastos não programados ao planejamento dos terminais.

Assim como para os demais tipos de carga, o risco apenas altera conforme o prazo de tempo e cenário de emissão de gases de efeito estufa para a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Nesse caso, as infraestruturas passam a correr riscos a partir do ano de 2041 sob a perspectiva de um cenário SSP5 de alta emissão. Um destaque nessa análise é para os Molhes, que podem sofrer danos severos com risco “médio” de perda de estruturas físicas de proteção ao porto.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências do risco estrutural “médio”, consulte a Tabela 56.

Riscos operacionais: O maior valor de risco observado na matriz operacional é “médio” (Tabela 55). Os danos dessa classificação de risco estão associados às ameaças de Chuva Forte, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. O desencadeamento de impactos que levam ao risco “médio” por essas ameaças se relaciona com fatores de inoperabilidade, risco à saúde dos trabalhadores, que não podem realizar trabalhos em altura sob condições adversas, atrasos de cronograma, sobre-estadia e risco reputacional.

De forma geral, a Tabela 57 apresenta um resumo dos riscos operacionais de valor “médio” com um detalhamento sobre os impactos, a probabilidade e a severidade.

Tabela 54: Risco estrutural para Contêineres

[illegible]

Tabela 55: Risco operacional para Contêineres

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																															
Perfil de Carga: Contêineres																																																																																																															
ID	INFRAESTRUTURA	AMEAÇAS																																																																																																													
		ID	Chuva Forte								ID	Chuva Persistente								ID	Vento Forte								ID	Vento Moderado								ID	Vento Fraco								ID	Vento Quadrante Sul-Sudoeste								ID	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar																																																						
			Chuva acima de 10 mm:									Chuva acima de 1 mm:									Vento acima de 10m/s (36 km/h):									Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):									Vento acima de 3m/s (10,8km/h):									Vento Quadrante Sul-Sudoeste									Inundação de 0,2m																																																						
			Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade																																																						
Histórico								Histórico								Histórico								Histórico								Histórico								Histórico								Histórico								Histórico																																																							
2021-2040								2041-2060								2021-2040								2041-2060								2021-2040								2041-2060								2021-2040								2041-2060								2021-2040								2041-2060								2021-2040								2041-2060																							
SSP2								SSP5								SSP2								SSP5								SSP2								SSP5								SSP2								SSP5								SSP2								SSP5								SSP2								SSP5								SSP2								SSP5							
104	Canal Externo	104.1	Interação?	Sim								104.2	Interação?	Não								104.3	Interação?	Sim								104.4	Interação?	Sim								104.5	Interação?	Sim								104.6	Interação?	Sim								104.7	Interação?	Não																																															
Severidade		1								Severidade									Severidade	2								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	1								Severidade	2																																														
Risco		4	4	4	4	4	4	4	4	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	8	8	8	8	8	8	8	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	10	10	10	10	10	10	Risco	-	-	-	-	-	-																																																										
105	Canal Interno	105.1	Interação?	Sim								105.2	Interação?	Não								105.3	Interação?	Sim								105.4	Interação?	Sim								105.5	Interação?	Sim								105.6	Interação?	Sim								105.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		2								Severidade									Severidade	2								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	1								Severidade	2																																														
Risco		8	8	8	8	8	8	8	8	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	8	8	8	8	8	8	8	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	10	10	10	10	10	10	Risco	1	1	1	1	2	2	2																																																									
106	Bacia de Evolução	106.1	Interação?	Sim								106.2	Interação?	Não								106.3	Interação?	Sim								106.4	Interação?	Sim								106.5	Interação?	Sim								106.6	Interação?	Sim								106.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		1								Severidade									Severidade	2								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	1								Severidade	2																																														
Risco		4	4	4	4	4	4	4	4	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	8	8	8	8	8	8	8	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	10	10	10	10	10	10	Risco	1	1	1	1	2	2	2																																																									
107	Sinalização Náutica	107.1	Interação?	Não								107.2	Interação?	Não								107.3	Interação?	Sim								107.4	Interação?	Sim								107.5	Interação?	Não								107.6	Interação?	Não								107.7	Interação?	Sim																																															
Severidade										Severidade									Severidade	1								Severidade	1								Severidade	Não								Severidade	Não								Severidade	1								Severidade	1																																														
Risco		-	-	-	-	-	-	-	-	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	1	1	1	1	2	2	2																																																									
108	Bergos	108.1	Interação?	Sim								108.2	Interação?	Sim								108.3	Interação?	Sim								108.4	Interação?	Sim								108.5	Interação?	Não								108.6	Interação?	Sim								108.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		2								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	Não								Severidade	2								Severidade	3																																														
Risco		8	8	8	8	8	8	8	8	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	8	8	8	8	8	8	8	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	10	10	10	10	10	10	Risco	3	3	3	3	6	6	6																																																									
109	Molhes	109.1	Interação?	Sim								109.2	Interação?	Não								109.3	Interação?	Sim								109.4	Interação?	Sim								109.5	Interação?	Não								109.6	Interação?	Não								109.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		1								Severidade									Severidade	1								Severidade	1								Severidade	Não								Severidade	Não								Severidade	3																																																							
Risco		4	4	4	4	4	4	4	4	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	3	3	3	3	6	6	6																																																									
110	Edificações	110.1	Interação?	Sim								110.2	Interação?	Sim								110.3	Interação?	Sim								110.4	Interação?	Sim								110.5	Interação?	Não								110.6	Interação?	Sim								110.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	Não								Severidade	1								Severidade	3																																																							
Risco		4	4	4	4	4	4	4	4	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	3	3	3	3	6	6	6																																																									
111	Infraestrutura de Armazenamento	111.1	Interação?	Sim								111.2	Interação?	Sim								111.3	Interação?	Sim								111.4	Interação?	Sim								111.5	Interação?	Não								111.6	Interação?	Sim								111.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		2								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	Não								Severidade	1								Severidade	4																																																							
Risco		8	8	8	8	8	8	8	8	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	4	4	4	4	8	8	8																																																									
112	Equipamentos de Lçamento	112.1	Interação?	Sim								112.2	Interação?	Sim								112.3	Interação?	Sim								112.4	Interação?	Sim								112.5	Interação?	Não								112.6	Interação?	Sim								112.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		3								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	1								Severidade	2								Severidade	Não								Severidade	2								Severidade	3																																														
Risco		12	12	12	12	12	12	12	12	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	8	8	8	8	8	8	8	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	10	10	10	10	10	10	Risco	3	3	3	3	6	6	6																																																									
113	Empilhadeiras	113.1	Interação?	Sim								113.2	Interação?	Sim								113.3	Interação?	Sim								113.4	Interação?	Sim								113.5	Interação?	Sim								113.6	Interação?	Sim								113.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1								Severidade	1																																														
Risco		4	4	4	4	4	4	4	4	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-																																																										
114	Acesso Viário	114.1	Interação?	Sim								114.2	Interação?	Não								114.3	Interação?	Sim								114.4	Interação?	Sim								114.5	Interação?	Não								114.6	Interação?	Sim								114.7	Interação?	Sim																																															
Severidade		2								Severidade									Severidade	1								Severidade	1								Severidade	Não								Severidade	1								Severidade	3																																																							
Risco		8	8	8	8	8	8	8	8	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	4	4	4	4	4	4	4	Risco	4	5	5	5	5	5	5	Risco	-	-	-	-	-	-	Risco	5	5	5	5	5	5	Risco	3	3	3	3	6	6	6																																																									

Tabela 56: Resumo do risco estrutural para Contêineres

RISCO ESTRUTURAL – CONTÊINERES									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Interno	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Em função da probabilidade desses ventos e a potencialidade de danos de grau “moderado”, o risco das interações entre ameaças e infraestruturas é “médio”. Esse risco está associado principalmente à frequência desses impactos que pode levar à desconformação geométrica do canal. Nesse caso, o monitoramento do leito do Canal Interno, com batimetria multifeixe e ADCP são necessárias. Como destaque, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste tem maior poder de interação sobre essa infraestrutura.
Sinalização Náutica	Médio	VFO	VFO	VFO	VFO	VFO / ANM	VFO / ANM	VFO / ANM	Vento Forte: A probabilidade de ventos fortes ocorrerem é “frequentemente”. Danos às sinalizações náuticas por ventos fortes podem atingir uma severidade de impacto “moderada”. O risco verificado para essa interação ameaça-infraestrutura é “médio”. Isso significa que impactos relacionados aos danos funcionais a faróis, sinalização e balizamento podem acontecer e vir a gerar problemas às navegações que se orientam por esses equipamentos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A severidade de impacto do aumento do nível do mar em 0,2 m à sinalização náutica é “grave”. A probabilidade de ocorrência que leva até o risco “médio” dessa interação ocorre a partir de 2041-2060, no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), quando se tornam eventos raros. Apesar de possuírem uma classe baixa de probabilidade, a potencialidade do impacto de perda de funcionalidade dos faróis, sinalização e balizamento demandam monitoramento e adaptação para o futuro. Em ambas as condições de eventos climáticos, faz-se necessária a vistoria pós-evento, usando-se lanterna rápida e GPS com boa precisão, para verificar danos à ancoragem da boia, considerando o seu potencial arraste e modificação de posicionamento. Para sinalizações fixas, às margens do canal (placas, faróis e faróis), é necessário vistoriar possíveis danos quanto a tombamento, inundação do conjunto, torção ou danos ao sistema elétrico de emissão de sinal luminoso.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A severidade de impacto por essas ameaças é “moderada”. Chuva e vento Forte possuem probabilidade de ocorrerem “frequentemente”. Por outro lado, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste possui ocorrências “muito frequentes” para o período analisado. O produto da severidade <i>versus</i> a probabilidade de cada ameaça gera riscos “médios” entre as interações. Nos Berços, as ameaças de ventos podem levar ao estouro de cabeamento de acostagem e gerar instabilidade das embarcações com cargas atracadas. A ameaça de Chuva Forte pode acelerar a saturação dos solos e dos sistemas de drenagem, e quando associada aos esforços dos equipamentos de apoio operacional para transferência e movimentação de cargas pode aumentar possíveis fissuras no pavimento do berço ou na interface solo e água, causando deterioração das estruturas de concreto. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A severidade que as inundações a 0,2 m do nível do mar podem causar aos Berços é “grave”. Quanto à probabilidade, ela se torna “rara” a partir de meados do século sob a perspectiva de um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). Nesse caso, a partir desse período e cenário, o risco verificado para a estrutura é “médio”. Os efeitos das inundações nos Berços são semelhantes aos de CV, VFO e VQS, com a adição da perturbação nas tensões das estruturas devido ao aumento do nível de água, causando aceleração da deterioração da vida útil e perda de estabilidade. Apresentando aumento do nível “médio” sem reversão para a cota original, faz-se necessário a readequação geométrica e construtiva dos dolphins e cabeços de amarração para a nova cota média do nível do mar.
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A severidade dos impactos potenciais por inundações a 0,2 m do nível do mar é “severa”. O aumento da probabilidade de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar a partir do ano de 2041 e cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), em consonância a essa severidade gera um risco “médio”. Cenário em que ocorrem deslocamentos de tetrápodes e maticos são as principais possibilidades de danos aos Molhes, causando perda funcional e restrição à navegação. Condição essa que impacta diretamente todos os operadores de cargas do Superporto e do Porto Novo.

Edificações	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A interação entre as Edificações e chuvas fortes leva a uma severidade de impacto grave para uma probabilidade de ocorrência “frequente” dessa ameaça. O risco, produto da probabilidade <i>versus</i> severidade, é “médio”. Os impactos mais relevantes e capazes de ocorrerem são o entupimento dos drenos das calhas de telhados, colapso do sistema de drenagem, deterioração de pintura externa da edificação, aumento de infiltrações e em condições mais extremas, na ocorrência de inundações no entorno da edificação, surgimento de patologias no sistema de cobertura e fechamento em alvenaria. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Ventos fortes possuem probabilidade de ocorrência “frequente” no porto. Ventos do quadrante sul-sudoeste possuem probabilidade “muito frequente”. A severidade verificada entre ambas as ameaças e as Edificações é moderada. O risco para as interações entre Edificações e esses ventos é “médio”. Em geral, esse risco está associado ao colapso das coberturas e telhados dos prédios administrativos, por empuxo; quebra de vidros de janelas, quedas de árvores, câmeras de vigilância; e danos a placas indicativas, a guaritas e cancelas.
Empilhadeiras	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência de chuvas fortes é “frequente” e a severidade de interação dessas ameaças sobre as Empilhadeiras é “moderada”. Como resultado da multiplicação entre probabilidade e severidade, existe um risco “médio” associado a essa interação entre todos os horizontes e cenários de emissão. O risco está associado à possibilidade de inundações repentinas devido a Chuva Forte que atinja repentinamente veículos de apoio em solo, sem a possibilidade de desmobilização, causando danos ao sistema mecânico, elétrico e hidráulico do mesmo. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência de Vento Forte é “frequente” no porto. Já o vento do quadrante sul-sudoeste, a probabilidade é “muito frequente”. Caso esses eventos desencadeiem impactos às Empilhadeiras, o grau de severidade provocado deve ser “moderado”. Como resultado do produto da probabilidade <i>versus</i> severidade, o risco é “médio”. Devido ao grande porte dos equipamentos de empilhamento e movimentação de contêineres serem de grande porte, rajadas repentinas de VF e VQS acarretam o risco de tombamento devido à força e direção dos ventos, quando da impossibilidade de desmobilização dos equipamentos para área mais protegida no terminal. Constatem-se custos relacionados a vistoria, manutenção e reparo dos equipamentos devido os impactos do evento climático.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: Chuvas fortes podem levar a impactos de severidade estrutural “moderada” aos acessos viários. Como a probabilidade de ocorrência dessa ameaça é frequente, o risco encontrado, produto da probabilidade e severidade, é “médio”. Chuvas fortes podem levar a queda de árvores, erosão do terreno e patologias nas vias. Esses impactos podem levar a custos de reparo e de atraso no processamento das cargas.
Infraestruturas de Armazenamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte: O produto entre a severidade “grave” de interação ameaça-infraestrutura e a probabilidade “frequente” das chuvas no porto gera um risco “médio” às infraestruturas de armazenamento. Aqui, as infraestruturas estão expostas à colapsos estruturais e manutenção recorrentes em função de possíveis alagamentos e inundações. Os pátios de contêineres, por serem caracterizados por extensa área plana, com declividade de drenagem amena para prover estabilidade às pilhas de contêineres poderá ter um tempo de retenção do escoamento superficial das chuvas mais alta, podendo acelerar o processo de deterioração de pavimento do pátio, com o surgimento de patologias do concreto. São necessárias a manutenção preventiva com aplicação de selante nas fissuras iniciais e manutenção corretiva das fissuras de maior extensão e largura de abertura. A negligência desse tipo de manutenção poderá acarretar bombeamento de finos do aterro (abaixo da laje do piso) até carregamento e percolação significativa de solo e acarretando falência estrutural do segmento da laje. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando associadas às infraestruturas de armazenamento, ambas apresentam interações com danos de severidade moderada. O risco atribuído ao potencial impacto dessas ameaças às infraestruturas de armazenamento é “médio”. Esse risco diz respeito ao tombamento de contêineres durante a ocorrência de ventos adversos, gerando danos à estrutura do piso, sinalização e demais itens de infraestrutura do sistema de armazenamento. Também estão associados os custos demandados a manutenção e reparo desse evento.

Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: As chuvas fortes, assim como os ventos fortes, têm probabilidade “frequente” de acontecer. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por sua vez, tem probabilidade “muito frequente” de ocorrer. Essas ameaças representam potenciais de impactos de severidade moderada no Porto do Rio Grande. O risco encontrado para os Equipamentos de Içamento em interação com essas ameaças é “médio”. Isso significa que as chuvas fortes demandarão maiores vistorias dos compartimentos mecânicos e elétricos quanto aspectos de infiltrações. Serão demandadas lubrificações de componentes rolantes/rodízios e juntas e demais componentes que percam graxas e lubrificantes com a água. Os pontos e mecanismos de ancoragem de segurança dos portêineros devem ser vistoriados, quanto o acúmulo de resíduos e água. Situações críticas quanto a ventos refere-se a colisão de embarcações à deriva ou veículos em solo, que podem acarretar danos físicos aos Equipamentos de Içamento. Demanda rotineiramente vistorias para verificar ajustes e tensões de juntas, parafusos e cabos rolantes. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Há uma probabilidade “rara” de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar acontecerem no Porto do Rio Grande a partir de 2041 em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). A severidade “grave” que essas inundações podem causar aos Equipamentos de Içamento, aliada à probabilidade verificada, levam essa infraestrutura a um risco potencial “médio”. Esse risco impõe danos aos Equipamentos de Içamento a medida em que as ressacas marítimas podem inundar a base dessas máquinas e gerar comprometimento de circuitos elétricos e eletrônicos, acelerar processos de oxidação e demandar vistorias e lubrificações excedentes ao convencional.
-----------------------------	--------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	--

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

Tabela 57: Resumo do risco operacional para Contêineres

RISCO OPERACIONAL - CONTÊINERES									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Externo	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ventos fortes acontecerem é “frequentemente”. Para os ventos do quadrante sul-sudoeste, a probabilidade de ocorrência é “muito frequentemente”. Danos por essas ameaças no Canal Externo podem atingir impactos operacionais de severidade “moderada”. Como produto da probabilidade <i>versus</i> a severidade, o risco associado às operações no Canal Externo é “médio”. Em geral, esse risco diz respeito à inibição do transporte aquaviário devido à falta de condições seguras de navegação. Como resultado, paralisações e prejuízos por atrasos podem gerar custos significativos ao balanço financeiro dos terminais de carga. A melhora do monitoramento hidrometeorológico pode ajudar nas questões de planejamento do porto nessas ocasiões.
Canal Interno	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os riscos atribuídos a ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste são “médios”. Esse resultado é produto da probabilidade de ocorrência “frequente” (Vento Forte) e “muito frequente” (Vento Quadrante Sul-Sudoeste) com a potencialidade dessas ameaças causarem danos moderados às operações no Canal Interno. Em geral, isso acontece graças a vulnerabilidade das embarcações frente às condições adversas de navegação no mar, que geram o fechamento da barra. Atrasos e custos de sobre-estadia são os impactos operacionais mais relevantes. Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência das chuvas fortes no porto é “frequente”. Como uma ameaça que interage com o Canal Interno, ela tem potencial de causar danos de severidade operacional “moderada”. O risco atribuído nessa interação é “médio” e diz respeito à piora das condições de navegação e possibilidade de inibição do transporte marítimo pelo Canal Interno. Esse risco está associado às condições de navegabilidade que podem ser prejudicadas pela visibilidade e força das ondas, potencializando perigos às embarcações e suas cargas, demandando assim a paralisação do canal.
Bacia de Evolução	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ventos fortes ocorrerem no porto é “frequentemente”. Para ventos de quadrante sul-sudoeste, a probabilidade é “muito frequentemente”. A severidade dos danos que essas ameaças podem desencadear é “moderada”. Sendo assim, o risco médio associado a essas interações é “médio”. Esse risco diz respeito à potencial redução da estiva dos navios e/ou à interrupção das manobras. A falta de manutenção da bacia pode levar danos operacionais, tais como, a obrigação da redução do fator de estiva dos navios, a redução operacional do LOA e o risco de encalhe das embarcações venham a manobrar na Bacia de Evolução.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Chuva Forte é “frequentemente”. Para Chuva Persistente, a probabilidade é “muito frequentemente”. Uma vez ocorridos danos causados por essas ameaças, os impactos operacionais podem apresentar severidade “moderada” à infraestrutura. Sendo assim, o risco que essas ameaças oferecem aos Berços é “médio”. Esse risco está relacionado à redução da segurança de realização de manobras de atracação nos Berços devido à falta de visibilidade e/ou maré agitada, tornado inoperante as manobras de estaiamento, partida de embarcações, trabalho de operários em altura e içamento de carga. A sobre-estadia de embarcações e cargas contêineres nos terminais pode levar a prejuízos financeiros. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e os ventos do quadrante sul-sudoeste têm a capacidade de interagir com os Berços de forma a gerar danos de severidade moderada. Em termos de probabilidade, ventos fortes podem acontecer frequentemente e ventos do quadrante sul-sudoeste muito frequentemente. O risco entre a probabilidade de ocorrência dessas ameaças e a severidade dos impactos é “médio”. Similarmente a CF e CP, os VQS d VF provém impactos operacionais com a impossibilidade de atracação/desatracação, estaiamento de cabos, trabalhos em altura e içamento de carga. Durante o evento, podem ocorrer folga de estaiamentos, sendo necessários a vistoria e execução do tensionamento dos cabos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de ocorrência de eventos de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é rara a partir do cenário de altas emissões de gases GEE (SSP5) do período de médio prazo (2041-2060). Essa ameaça pode gerar impactos de severidade grave aos Berços. Apesar da probabilidade de ocorrência ser baixa, a severidade de danos potenciais possui gravidade relevante. Esse risco diz respeito à inundação das áreas do lado terra do berço, comprometendo a ação laboral dos operadores quanto a amarração nos cabeços e a conexão dos mangotes nas embarcações, acarretando atrasos e aumento de custos.

RISCO OPERACIONAL – CONTÊINERES									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Eventos de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar passam a causar risco “médio” a partir de um cenário de altas emissões GEE (SSP5) a partir do médio prazo. Embora possuam probabilidade rara, impactos gerados por essa ameaça sobre os Molhes podem alcançar uma severidade grave em danos operacionais. Nesse caso, o risco associado é “médio”. Operacionalmente, inundações podem acarretar com a perda funcional dos Molhes (proteção), causando paralisação da barra, tanto para entrada e saída, gerando custos de sobre-estadia das embarcações nos fundeadouros e Berços. Os danos físicos a infraestrutura dos Molhes, demandarão serviço civil e de engenharia portuária, cuja execução, por condições de segurança poderá acontecer em menores janelas de entrada e saída da barra, impondo custos operacionais devido a atrasos.
Edificações	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As Edificações podem sofrer impactos de severidade grave quando associados a ameaças de inundações devido ao aumento de 0,2 m do mar. Apesar do risco “médio” ocorrer a partir do aumento da probabilidade das inundações para rara a partir de 2041 em um cenário de altas emissões de GEE, o potencial de impactos por inundações às áreas internas das Edificações pode levar à inibição da continuidade da operação por técnicos nessas áreas. Impossibilidade de acesso de colaboradores, inundações do andar térreo, riscos de acidentes laborais e interrupção de atividades laborais de escritório e Edificações operacionais. Como resultado disso, o operador pode sofrer reduções de eficiência operativa, causando prejuízos financeiros provenientes de atrasos.
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF	CF	CF	CF	CF / ANM	CF / ANM	CF / ANM	Chuva Forte: A probabilidade da ocorrência de chuvas fortes é frequente no porto. Danos causados por essa ameaça podem causar impactos operacionais de severidade moderada às infraestruturas de armazenamento. Como produto da probabilidade dessa ameaça <i>versus</i> a severidade de danos potenciais, o risco atribuído a essa interação é “médio”. Os principais fatores que o definem como “médio” são a redução da segurança no processamento das operações de armazenamento de contêineres durante eventos de chuvas prolongadas e/ou fortes, decorrentes ao baixo processamento do sistema de drenagem do pátio. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O risco “médio” para potenciais impactos entre inundações e infraestruturas de armazenamento ocorre a partir de meados do século sob um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (2041 – SSP5). Isso acontece, pois, a partir desse período, eventos de ressacas a 0,2 m aumentam sua frequência ao ponto de que, combinados à severidade de danos potenciais severos, pode gerar inundações nos pátios. Conforme o baixo processamento de drenagem do pátio, o alagamento impõe a paralisação operacional por insalubridade e riscos de acidentes, danos a equipamentos e cargas em contêineres. Custos de limpeza, manutenção e possíveis perdas de escalas de navios no TECON são as possíveis consequências operacionais do ANM.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte: O risco “médio” relacionado às chuvas fortes é uma função da probabilidade frequente e a possibilidade de causarem danos de severidade grave aos Equipamentos de Içamento. O risco verificado nessa interação é “médio”. Esse resultado está associado à paralisação das manobras de içamento das cargas que podem ocorrer por falta de segurança devido à redução da visibilidade dos operadores de solo, convés e comando de equipamento. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência dos ventos fortes é frequente desde o período da linha de base. A severidade de potenciais impactos gerados por esses ventos e Equipamentos de Içamento possui grau moderado. O risco que essa ameaça causa sobre essa infraestrutura é “médio”. Isso significa que impactos relacionados a paralisação das movimentações de cargas podem ocorrer de modo a paralisar todas as operações de todas as atividades do pátio do terminal, acarretando prejuízos financeiros ao operador. O risco de acidentes laboral impõe a paralisação de trabalho em altura, acarretando atrasos, sobre-estadia de embarcações, cancelamento de turnos. Em condições mais graves, os ventos extremos podem acarretar o tombamento de pilhas de contêineres, causando danos a carga e custos extras para reposicionamento das pilhas. Os ventos quadrantes sul-sudoeste, por sua vez, possuem probabilidade muito frequente para todos os cenários e períodos da matriz de risco. Os impactos que essa ameaça pode causar aos Equipamentos de Içamento possuem gravidade moderada. Assim, o risco verificado é “médio” nessa interação. Nesse quadrante, também são observadas as mesmas consequências operacionais observadas na ocorrência de VF. Em ambos os quadrantes de rajadas, é possível que ocorra a evasão total da área operacional em face dos riscos de quedas de contêineres em um período de 24 a 48 h.

RISCO OPERACIONAL – CONTÊINERES									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF / ANM	CF / ANM	CF / ANM	Chuva Forte: A probabilidade ocorrência das chuvas fortes é frequente. A severidade com a qual essa ameaça pode impactar o Acesso Viário é moderada. Com isso, o risco que as chuvas fortes trazem ao Acesso Viário é “médio”. Os impactos potenciais estão relacionados ao impedimento do deslocamento pelas vias em caso de obstrução de passagem devido à queda de árvores por chuvas fortes. Em casos de alagamentos das vias, o deslocamento pelo Acesso Viário pode ser dificultado e, por essa razão, gerar atrasos às operações. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Com uma probabilidade rara começando a partir de meados do século (2041 – 2060) em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco associado a severidade grave de impactos por essa ameaça sobre o Acesso Viário é “médio”. Esse risco diz respeito à possibilidade de inundação do acesso, impossibilitando o deslocamento pelas vias e, portanto, dos funcionários a algumas áreas de operação do porto. Nesse caso, o acesso até os contêineres pode ser descontinuado em função da obstrução do acesso.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

4.4.1.2 Estaleiro

Riscos estruturais: Tratando-se do estaleiro, os impactos verificados na matriz de risco estrutural chegam até o nível de risco “médio”. Esse risco está associado a diversas situações de problemas estruturais, dentre elas, quebras e queimas de equipamentos, perda física de infraestruturas e formação de buracos em vias terrestres. Todos esses problemas podem levar a despesas de manutenção, reparo e operação ao porto.

Os valores dos riscos não se alteram temporalmente e por cenário de emissão, exceto no caso das inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar (Tabela 58). Nesse caso, sob a perspectiva de um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), essa ameaça tem sua probabilidade aumentada de quase nunca para rara a partir do ano de 2041. Embora tenha um valor de frequência baixo, severidades de grau “moderado” a severo podem apontar para a existência dos riscos “médios” numa interação infraestrutura-ameaça.

Eventos como esses podem levar à perda de estruturas de proteção dos Molhes, por exemplo, desencadeando na redução da segurança de navegação pelos canais que podem levar reconstrução de estruturas com geração de despesas não programadas.

De forma geral, as ameaças climáticas de ventos fracos, ventos moderados e chuvas persistentes não levam a riscos relevantes ao porto, por mais que apresentem uma probabilidade de alta ocorrência no porto.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências do risco estrutural “médio”, observe a Tabela 60.

Riscos operacionais: O maior valor de risco verificado ao analisar a matriz operacional é “médio” (Tabela 59). Em geral, eles são verificados nesse grau para todas as ameaças, com exceção dos ventos fracos e moderados. Os principais impactos relacionados às operações por esses riscos são: gastos não programados por atraso na operação, aumento da intensidade e frequência de paralisações, inibição do processamento de cargas e problemas no cronograma de entregas das cargas do estaleiro.

Nessa matriz, destaca-se a importância da ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, pois, embora os riscos “médios” só apareçam a partir de 2041 e sob um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa a princípio, a severidade dos impactos podem atingir um nível grave. Esses riscos são associados à redução da eficiência operativa das cargas pela inibição do embarque e desembarque de cargas com geração de custos adicionais não programados.

De forma geral, a Tabela 61 apresenta um resumo dos riscos operacionais de valor “médio” com um detalhamento sobre os impactos, a probabilidade e a severidade.

Tabela 58: Risco estrutural para Estaleiro

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Perfil de Carga: Estaleiro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
AMEAÇAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ID	INFRAESTRUTURA	ID	Chuva Forte						ID	Chuva Persistente						ID	Vento Forte						ID	Vento Moderado						ID	Vento Fraco						ID	Vento Quadrante Sul-Sudoeste						ID	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Chuva acima de 10 mm:							Chuva acima de 1 mm:							Vento acima de 10m/s (36 km/h):							Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):							Vento acima de 3m/s (10,8km/h):							Vento Quadrante Sul-Sudoeste							Inundação de 0,2m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Probabilidade	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		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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabela 59: Risco operacional para Estaleiro

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																			
Perfil de Carga: Estaleiro																																																																																																			
AMEAÇAS																																																																																																			
ID	INFRAESTRUTURA	ID	Chuva Forte								ID	Chuva Persistente								ID	Vento Forte								ID	Vento Moderado								ID	Vento Fraco								ID	Vento Quadrante Sul-Sudoeste								ID	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar																																										
			Chuva acima de 10 mm:									Chuva acima de 1 mm:									Vento acima de 10m/s (36 km/h):									Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):									Vento acima de 3m/s (10,8km/h):									Vento Quadrante Sul-Sudoeste									Inundação de 0,2m																																										
			Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade									Probabilidade																																										
			Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SPF2	SPF5	SPF10	SPF15																																												
82	Canal Externo	82.1	Interação?	Sim								82.2	Interação?	Não								82.3	Interação?	Sim								82.4	Interação?	Sim								82.5	Interação?	Sim								82.6	Interação?	Sim								82.7	Interação?	Não																																			
			Severidade	1									Severidade										Severidade	2									Severidade	1									Severidade	2									Severidade	2									Severidade																																				
			Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	-									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	-																																			
83	Canal Interno	83.1	Interação?	Sim								83.2	Interação?	Não								83.3	Interação?	Sim								83.4	Interação?	Sim								83.5	Interação?	Sim								83.6	Interação?	Sim								83.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	2									Severidade										Severidade	2									Severidade	1									Severidade	1									Severidade	2									Severidade	1																																			
			Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	-									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	1 1 1 1 1 2 2 2																																			
84	Bacia de Evolução	84.1	Interação?	Sim								84.2	Interação?	Não								84.3	Interação?	Sim								84.4	Interação?	Sim								84.5	Interação?	Sim								84.6	Interação?	Sim								84.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	1									Severidade										Severidade	2									Severidade	1									Severidade	1									Severidade	2									Severidade	1																																			
			Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	-									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	1 1 1 1 1 2 2 2																																			
85	Sinalização Náutica	85.1	Interação?	Não								85.2	Interação?	Não								85.3	Interação?	Sim								85.4	Interação?	Sim								85.5	Interação?	Não								85.6	Interação?	Não								85.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade										Severidade										Severidade	1									Severidade	1									Severidade										Severidade										Severidade	1																																			
			Risco	-									Risco	-									Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	-									Risco	1 1 1 1 2 2 2 2																																			
86	Berços	86.1	Interação?	Sim								86.2	Interação?	Sim								86.3	Interação?	Sim								86.4	Interação?	Sim								86.5	Interação?	Não								86.6	Interação?	Sim								86.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	2									Severidade	2									Severidade	2									Severidade	1									Severidade										Severidade	2									Severidade	3																																			
			Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	3 3 3 3 3 6 6 6																																			
87	Molhes	87.1	Interação?	Sim								87.2	Interação?	Não								87.3	Interação?	Sim								87.4	Interação?	Sim								87.5	Interação?	Não								87.6	Interação?	Não								87.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	1									Severidade										Severidade	1									Severidade	1									Severidade										Severidade										Severidade	3																																			
			Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	-									Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	-									Risco	3 3 3 3 3 6 6 6																																			
88	Edificações	88.1	Interação?	Sim								88.2	Interação?	Sim								88.3	Interação?	Sim								88.4	Interação?	Sim								88.5	Interação?	Não								88.6	Interação?	Sim								88.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	1									Severidade	1									Severidade	1									Severidade	1									Severidade										Severidade	1									Severidade	3																																			
			Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	3 3 3 3 3 6 6 6																																			
89	Infraestrutura de Armazenamento	89.1	Interação?	Sim								89.2	Interação?	Sim								89.3	Interação?	Sim								89.4	Interação?	Sim								89.5	Interação?	Não								89.6	Interação?	Sim								89.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	2									Severidade	2									Severidade	1									Severidade	1									Severidade										Severidade	1									Severidade	3																																			
			Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	3 3 3 3 3 6 6 6																																			
90	Equipamentos de Içamento	90.1	Interação?	Sim								90.2	Interação?	Sim								90.3	Interação?	Sim								90.4	Interação?	Sim								90.5	Interação?	Não								90.6	Interação?	Sim								90.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	2									Severidade	1									Severidade	2									Severidade	1									Severidade										Severidade	2									Severidade	2																																			
			Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	2 2 2 2 2 4 4 4																																			
91	Empilhadeiras	91.1	Interação?	Sim								91.2	Interação?	Sim								91.3	Interação?	Sim								91.4	Interação?	Sim								91.5	Interação?	Sim								91.6	Interação?	Sim								91.7	Interação?	Não																																			
			Severidade	1									Severidade	1									Severidade	2									Severidade	1									Severidade	1									Severidade	2									Severidade																																				
			Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	10 10 10 10 10 10 10 10									Risco	-																																			
92	Acesso Viário	92.1	Interação?	Sim								92.2	Interação?	Não								92.3	Interação?	Sim								92.4	Interação?	Sim								92.5	Interação?	Não								92.6	Interação?	Sim								92.7	Interação?	Sim																																			
			Severidade	2									Severidade										Severidade	1									Severidade	1									Severidade										Severidade	1									Severidade	3																																			
			Risco	8 8 8 8 8 8 8 8									Risco	-									Risco	4 4 4 4 4 4 4 4									Risco	4 5 5 5 5 5 5 5									Risco	-									Risco	5 5 5 5 5 5 5 5									Risco	3 3 3 3 3 6 6 6																																			

Tabela 60: Resumo do risco estrutural para Estaleiro

Infraestrutura	Risco	Linha de Base	RISCO ESTRUTURAL – ESTALEIRO						Comentários
			2021-2040 SSP2	2021-2040 SSP5	2041-2060 SSP2	2041-2060 SSP5	2081-2100 SSP2	2081-2100 SSP5	
Canal Interno	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência dos ventos fortes é “frequente”, enquanto a dos ventos do quadrante sul-sudoeste é “muito frequente”. Essas ameaças podem gerar impactos de severidade “moderada” ao Canal Interno. Como resultado do produto da probabilidade <i>versus</i> a severidade, o risco verificado é “médio”. Esse risco está associado principalmente à frequência desses impactos que pode levar à desconformação geométrica do canal. Nesse caso, o monitoramento do leito do Canal Interno, com batimetria multifeixe e ADCP são necessárias. Como destaque, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste tem maior poder de interação sobre essa infraestrutura.
Sinalização Náutica	Médio	VFO	VFO	VFO	VFO	VFO / ANM	VFO / ANM	VFO / ANM	Vento Forte: A probabilidade de ocorrência para ventos fortes no Porto do Rio Grande é “frequente”. Apesar da severidade da interação entre essa ameaça e a sinalização náutica ser moderada, o risco associado é “médio”. Isso significa que impactos relacionados aos danos funcionais a faróis de sinalização e balizamento podem ser significativos e devem ser considerados a fim de evitar prejuízos às navegações que se orientam por esses equipamentos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar podem ocasionar impactos de severidade “grave” à sinalização náutica. Uma vez que a probabilidade de ocorrência desses eventos passa a ser “rara” a partir de 2041-2060 (médio prazo), no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco entre a interação essa ameaça e a sinalização náutica se torna “médio”. Embora possuam uma classe baixa de probabilidade, a potencialidade do impacto de perda de funcionalidade dos faróis de sinalização e balizamento podem exigir manutenção corretiva. Em ambas as condições de eventos climáticos, faz-se necessária a vistoria pós-evento, usando-se lanterna rápida e GPS com boa precisão, para verificar danos à ancoragem da boia, considerando o seu potencial arraste e modificação de posicionamento. Para sinalizações fixas, às margens do canal (placas, faróis e faróis), é necessário vistoriar possíveis danos quanto a tombamento, inundação do conjunto, torção ou danos ao sistema elétrico de emissão de sinal luminoso.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Danos estruturais causados por chuvas fortes, ventos fortes e ventos do quadrante sul-sudoeste podem causar impactos de severidade moderada aos Berços. Quanto à probabilidade, as duas primeiras possuem probabilidade “frequente” de ocorrerem, enquanto a última apresenta frequências “muito frequentes” até 2100. Multiplicando a severidade <i>versus</i> a probabilidade, verifica-se riscos “médios”. Nos Berços, a ameaça de Chuva Forte pode acelerar a saturação dos solos e dos sistemas de drenagem, e quando associada aos esforços dos equipamentos de apoio operacional para transferência e movimentação de cargas pode aumentar possíveis fissuras no pavimento do berço ou na interface solo e água, causando deterioração das estruturas de concreto. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O resultado de risco “médio” para essa interação demonstra como a severidade “grave” do impacto dessa interação se sobressai à probabilidade de ocorrência que é rara a partir de 2041 pelo cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). Apesar desses eventos ocorrerem a uma baixa frequência (raro), eles podem ter impactos relevantes ao porto (grave). Os efeitos das inundações nos Berços são semelhantes aos de CV, VFO e VQS, com a adição da perturbação nas tensões das estruturas devido ao aumento do nível de água, causando aceleração da deterioração da vida útil e perda de estabilidade e funcionalidade. Nesse aspecto, o item de maior comprometimento relaciona-se a comporta/stoplog da câmara do estaleiro, onde é executado a montagem e reformas das embarcações. O ANM poderá exigir readequação de engenharia e estrutura dessa infraestrutura.

			RISCO ESTRUTURAL – ESTALEIRO						
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar torna-se “rara” a partir do médio prazo (2041-2060) e cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). A severidade com a qual essa ameaça pode impactar os Molhes é severa. O risco verificado para essa interação é “médio”. Por mais que esses eventos se tornem mais frequentes a partir de um médio prazo, o impacto é relevante, tendo deslocamentos de tetrápodes e maticos do corpo da estrutura dos Molhes, causando perda funcional e restrição à navegação. Fator esse pode levar à redução da segurança de navegação e gerar prejuízos financeiros devido à manutenção de infraestrutura e, consequentemente, paralisações.
Edificações	Médio	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	Chuva Forte: Ameaças de chuvas fortes em interação com Edificações podem levar a impactos de severidade “moderada”. Como a probabilidade de ocorrência dessa ameaça é “frequente” no porto, o risco verificado para a interação entre chuvas fortes e Edificações é “médio”. Os principais riscos apontam para entupimento dos drenos das calhas de telhados, colapso do sistema de drenagem, deterioração de pintura externa da edificação, aumento de infiltrações e em condições mais extremas, na ocorrência de inundações no entorno da edificação, surgimento de patologias no sistema de cobertura e fechamento em alvenaria. Isso pode levar à necessidade de vistoria, manutenção preventiva e manutenção corretiva, contendo gasto financeiro associado. Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos do quadrante sul-sudoeste possuem probabilidade de acontecer “muito frequentemente” até 2100. A severidade, por sua vez, é “moderada” para a interação entre as Edificações e essas ameaças. O risco, resultado do produto dessas duas variáveis, é “médio”. De forma geral, esse risco está associado ao colapso das coberturas e telhados dos prédios administrativos e operacionais, por empuxo; quebra de vidros de janelas, quedas de árvores, câmeras de vigilância; e danos a placas indicativas, a guaritas e cancelas. Isso pode levar à substituição desses itens e gerar custos adicionais ao porto.
Empilhadeiras	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: Em termos de ocorrência, as chuvas fortes têm probabilidade “frequente” de acontecer. De forma geral, essa ameaça pode gerar danos estruturais de severidade “moderada”. Como produto da probabilidade e severidade, o risco verificado é “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. Nesse caso, o risco está associado à possibilidade de inundações repentinas devido à Chuva Forte que atinja repentinamente veículos de apoio em solo, sem a possibilidade de desmobilização, causando danos ao sistema mecânico, elétrico e hidráulico.
Acesso Viário	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O risco verificado para essa interação é “médio”. Os impactos desencadeados por essa ameaça ao Acesso Viário incluem a possibilidade de inundação do Acesso Viário, levando à erosão de pavimentações asfaltadas, que podem levar a geração de custo adicional ao porto.
Infraestruturas de Armazenamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A severidade de impactos das chuvas fortes sobre as infraestruturas de armazenamento é “moderada”. Multiplicada pela probabilidade “frequente” de ocorrência dessa ameaça, ela gera um risco “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. Aqui, as infraestruturas do estaleiro expostas a essas chuvas fortes necessitam de mais manutenções preventivas para perpetuação da vida útil da estrutura de oficinas, almoxarifados e áreas de corte de chapas metálicas com a lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante, limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores das benfeitorias. Em condições críticas com a perpetuação de pontos de inundações, podem diminuir a vida útil das estruturas, causando depreciação acelerada. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. As infraestruturas de armazenamento, em caso de danos por essas ameaças, podem sofrer impactos de severidade “moderada”. Sendo assim, o produto dos resultados de severidade e probabilidade pode gerar riscos “médios” às infraestruturas do estaleiro. Esse risco diz respeito à danos a sistemas de coberturas (telhas e telhados), aberturas (janelas e portões externos) e surgimento de patologias nas estruturas das Edificações operacionais, causando demandas de manutenção corretiva das benfeitorias.

RISCO ESTRUTURAL – ESTALEIRO									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência de chuvas fortes no porto é “frequentemente”. A severidade que essas ameaças podem causar aos Equipamentos de Içamento é “moderada”. Ao multiplicar ambas as variáveis, tem-se um risco “médio” na interação infraestrutura-ameaça. Esse risco está relacionado à capacidade de reduzir a instabilidade das operações de içamento e causar danos às cargas do estaleiro. Esses impactos podem levar a gastos não programados de manutenção e reparo. Vistoria dos trilhos de rodagem, lubrificações, conferências de componentes dos circuitos elétricos e eletrônicos de comando são os itens mais demandados a serem constatados na ponte rolante e guias de içamento. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Ventos fortes tem probabilidade de acontecer “frequentemente” no Porto do Rio Grande. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por outro lado, muito frequente. Essas ameaças indicam a potencialidade de impactos com severidade “moderada” aos Equipamentos de Içamento. Como produto das probabilidades com a severidade, o risco encontrado nessas interações é “médio”. Em combinação ou individualmente, esses ventos podem levar a inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programadas na ponte rolante e nas guias de içamento, com o objetivo de verificação das estruturas e componentes mecânicos e elétricos dos equipamentos.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

Tabela 61: Resumo do risco operacional para Estaleiro

RISCO OPERACIONAL – ESTALEIRO									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Externo	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ventos fortes acontecerem é “frequentemente”. Para os ventos do quadrante sul-sudoeste, a probabilidade de ocorrência é “muito frequentemente”. Ao relacionar essas ameaças ao Canal Externo, observou-se que os impactos relacionados podem vir a causar danos de severidade “moderada”. O risco dessas ameaças sobre essa infraestrutura é “médio” e diz respeito, principalmente, à inibição do transporte aquaviários devido à falta de condições seguras de navegação, sendo realizado o fechamento da barra pela Capitania dos Portos. Como resultado, paralisações e prejuízos por atrasos podem gerar custos significativos ao balanço financeiro dos terminais de carga do estaleiro. Para a atividade do estaleiro, o fechamento do Canal Externo não é significativo.
Canal Interno	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os riscos atribuídos a ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste são “médios”. Em geral, isso acontece graças a vulnerabilidade das embarcações às condições adversas de navegação no mar, gerando uma insegura ao transporte marítimo no Canal Interno e consequentemente, podendo demandar a paralisação do canal. Para a atividade do estaleiro, o fechamento do Canal Interno não é significativo. Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência das chuvas fortes no porto é “frequente”. Como uma ameaça que interage com o Canal Interno, ela tem potencial de causar danos de severidade operacional “moderada”. O risco atribuído à multiplicação da probabilidade <i>versus</i> a severidade é “médio”. Esse risco diz respeito à piora das condições de navegação e possibilidade de inibição do transporte marítimo pelo Canal Interno. Esses fatores podem gerar custos de paralisação ao porto e inviabilizar a continuidade das operações, porém o fechamento do Canal Interno não é significativo para as atividades operacionais do estaleiro.

RISCO OPERACIONAL – ESTALEIRO									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Bacia de Evolução	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste tem a potencialidade de causar danos de severidade “moderada” à Bacia de Evolução. A probabilidade de ventos fortes acontecerem é “frequentemente”, enquanto os ventos de quadrante sul-sudoeste podem ocorrer “muito frequentemente”. O risco proveniente dessas interações é “médio” e pode levar à redução da estiva dos navios e/ou à interrupção das manobras. Esses fatores têm potencial de causar encaixe das embarcações que passam pela Bacia de Evolução e, por esse motivo, causarem danos e gastos relacionados à descontinuidade da operação. O impacto da desconformação da Bacia de Evolução tem caráter marginal as atividades do estaleiro, sendo relacionada mais com o porte da embarcação construída a ser solta em água e manobrada. Para a atividade de construção naval, não é significativo o impacto operacional.
Berços	Médio	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS / ANM	CF / CP / VFO / VQS / ANM	CF / CP / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Chuva Forte é “frequentemente”. Para Chuva Persistente, a probabilidade é “muito frequentemente”. Quando relacionadas com o dársena seca do estaleiro, verifica-se uma potencialidade dessas ameaças causarem danos operacionais de severidade moderada. O risco dessa interação pode levar à redução da segurança de realização de atividades laborais de montagem com o empocamento de água pluvial, com a formação de ambiente insalubre ao colaborador, constando riscos de quedas e choques elétricos (paralisação de atividades de soldagem externa de componentes de fundo de casco). Frentes de trabalho que são sujeitas a intempéries são canceladas, causando custos e atrasos de cronograma do serviço. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e os ventos do quadrante sul-sudoeste podem interagir com os Berços de forma a gerar danos de severidade “moderada”. Em termos de probabilidade, ventos fortes podem acontecer “frequentemente” e ventos do quadrante sul-sudoeste “muito frequentemente”. O risco nessas interações é “médio” e está associado à redução das atividades laborais e o cancelamento de trabalho em altura, em plataformas elevatórias, balancins e Equipamentos de Içamento. Condição do ambiente de trabalho torna-se imprópria para frentes de tarefas sujeitas a intempéries. Por consequência, há atrasos, baixo rendimento de produtividade dos turnos e custos demasiados. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de ocorrência de eventos de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é “rara” a partir do cenário de altas emissões de gases GEE (SSP5) do período de médio prazo (2041-2060). Essa ameaça, em interação com os Berços, pode gerar impactos de severidade grave. Apesar da probabilidade de ocorrência ser baixa, a severidade de danos potenciais merece destaque. Sendo assim, o risco da interação é “médio” e diz respeito à inundação das áreas da dársena seca e a necessidade de monitoramento da comporta/stop-log na boca da dársena quanto à infiltração de água. Em casos críticos, com entrada de água na câmara, faz-se necessário esperar o recuo da ressaca e o uso de conjunto moto bombas para drenagem da câmara. Atrasos de cronograma, inclusão de custos de manutenção e paralisação de mão de obra de construção naval são os principais pontos operacionais negativos da ocorrência do ANM.
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Eventos de inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar passam a causar risco “médio” a partir de um cenário de altas emissões GEE (SSP5) a partir do médio prazo. Apesar da probabilidade “rara”, impactos entre essa ameaça e os Molhes podem atingir uma severidade “grave”. O risco é definido como “médio” para essa interação. Isso significa que essas infraestruturas podem ser danificadas ao ponto de perderem suas funcionalidades de segurança às embarcações e, consequentemente, provocar paralisações mais delongadas e frequentes para o complexo portuário. Porém o fechamento da barra, por problemas oriundos dos Molhes, não é significativo para as atividades operacionais do estaleiro.
Edificações	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As Edificações podem sofrer impactos de severidade “grave” quando associados a ameaças de inundações devido ao aumento de 0,2 m do mar. Apesar do risco “médio” ocorrer a partir do aumento da probabilidade das inundações para rara a partir de 2041 em um cenário de altas emissões de GEE, o potencial de impactos por inundações às áreas internas das Edificações pode levar à inibição da continuidade da operação por técnicos nessas áreas. As inundações podem impossibilitar o acesso de colaboradores, atingir o andar térreo das Edificações, gerar riscos de acidentes laborais e interromper as atividades laborais de escritório, oficinas e laboratórios.

RISCO OPERACIONAL – ESTALEIRO									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: As probabilidades da ocorrência de chuvas fortes e chuvas persistentes são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Para ambas as ameaças, a severidade de danos por essas ameaças às infraestruturas de armazenamento pode atingir um grau “moderado”. O risco potencial entre essas ameaças e infraestruturas é “médio”. São apontados aqui riscos pertinentes a infiltrações nos almoxarifados de peças com danos ao estoque, inundações de pátios de acomodação de componentes e peças de grande vulto para a embarcação, podendo trazer aqui alguma avaria e necessidade de limpeza de dos sistemas de drenagem e estaqueamento das infiltrações. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O risco “médio” para potenciais impactos entre inundações e infraestruturas de armazenamento ocorre a partir de meados do século sob um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (2041 – SSP5). Isso acontece, pois, a partir desse período, eventos de ressacas a 0,2 m aumentam sua frequência ao ponto de que, combinados à severidade de danos potenciais graves, pode gerar esse risco. Em geral, está relacionado à exposição do estaleiro frente a paralisações por inundações das áreas destinadas a almoxarifado e pátios de peças de grande porte, que podem causar dano ou necessidade de limpeza, manutenção e adoção de medidas de mitigação.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: O risco “médio” relacionado às chuvas fortes é uma função da probabilidade frequente e a possibilidade de causarem danos de severidade moderada aos Equipamentos de Içamento. O risco verificado nessa interação é “médio”. Esse resultado está associado à paralisação operacional dos guindastes e ponte móvel decorrente a insegurança decorrente a perda de visibilidade e possibilidade de precipitação de descargas atmosféricas. Os arredores dos equipamentos tornam-se inseguros ao trabalho decorrente ao empoçamento de água pluvial, com a formação de ambiente insalubre ao colaborador, constando riscos de quedas e choques elétricos (paralisação de atividades de soldagem externa de componentes de fundo de casco). Frentes de trabalho que são sujeitas a intempéries são canceladas, causando custos e atrasos de cronograma do serviço. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência dos ventos fortes é “frequentemente” desde o período da linha de base. A severidade de potenciais impactos gerados por esses ventos e Equipamentos de Içamento possui grau “moderado”. Dessa forma, o risco verificado para essa interação é “médio”. Isso significa que impactos relacionados a paralisação das movimentações de içamento por guias e pela ponte móvel podem ocorrer em maior intensidade e frequência, acarretando prejuízos financeiros ao estaleiro, quebra de cronograma e paralisação de turnos de trabalho. Isso se dá pelo risco de acidentes laborais devido a insegurança operacional, sendo cancelados os trabalhos em altura, mesmo estando em cabines de comando dos equipamentos. A probabilidade de os ventos quadrante sul-sudoeste acontecerem, por sua vez, é “muito frequentemente” para todos os cenários e períodos da matriz de risco.
Empilhadeiras	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: As probabilidades das ameaças de ventos fortes e ventos do quadrante sul-sudoeste acontecerem para todos os períodos e cenários são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Em caso de danos por esses ventos, a severidade dos impactos sobre as Empilhadeiras pode ser “moderada”. Ao realizar a multiplicação dos valores de probabilidade e severidade, obtém-se um risco “médio”. Esse risco representa a capacidade desses ventos trazerem riscos à utilização das Empilhadeiras por técnicos e, consequentemente, paralisar as operações de empilhamento.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF / ANM	CF / ANM	CF / ANM	Chuva Forte: A probabilidade ocorrência das chuvas fortes é frequente para uma severidade de impacto potencial moderada ao Acesso Viário. O resultado do produto da probabilidade <i>versus</i> a severidade gera um risco “médio”. Esse risco está relacionado à paralisação do deslocamento nas vias em caso de obstrução de passagem devido às chuvas fortes. Em casos de alagamentos das vias, o Acesso Viário também pode ser impedido de exercer sua função e gerar custos de paralisação parcial de atividades do estaleiro. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Com uma probabilidade rara começando a partir de meados do século (2041 – 2060) em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco associado a severidade grave de impactos por essa ameaça sobre o Acesso Viário é “médio”. Esse risco traz mensagens sobre a possibilidade de inundações do acesso, impossibilitando o deslocamento pelas vias e, portanto, dos funcionários do estaleiro. Esse risco está associado a situações de reparo de manutenção que afetam parcialmente as atividades do estaleiro.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

4.4.1.3 Granéis Sólidos

Riscos estruturais: De forma geral, os impactos estruturais que podem vir a acontecer no porto podem alcançar um grau de risco “médio”. Esse risco representa situações de perdas funcionais e físicas de infraestruturas do porto, podendo gerar custos de manutenção e reparo não programados. As ameaças que mais geram impactos de risco “médio” estrutural aos Granéis Sólidos são Chuva Forte, Vento Forte, Vento do Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar.

Em geral, a mudança da probabilidade nos períodos e cenários de emissões não trazem alterações ao valor de risco, com exceção da ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Nesse caso, isso acontece, pois, a partir de 2041 e em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), a frequência de ocorrência dessa ameaça torna-se “rara”, ao obter um ponto a mais de probabilidade. Em combinação com severidades “graves” ou “severas”, essa ameaça em interação com infraestruturas de Sinalização Náutica, Berços e Molhes geram um risco “médio”.

Assim como para graneis líquidos, é possível perceber que, apesar da ameaça de Chuva Persistente ocorrer com a mais alta probabilidade no porto, não existem interações de risco entre essa ameaça e as infraestruturas listadas no estudo (Tabela 62). Ventos fracos e moderados também acontecem com alta frequência no porto, mas não possuem efeitos de danos relevantes.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências do risco estrutural “médio”, observe a Tabela 64.

Riscos operacionais: O maior valor de risco observado na matriz é “alto”. As interações que apresentam esse risco ocorrem entre a ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste e as infraestruturas de Equipamentos de Içamento e Transportador Contínuo (Tabela 63). O grau de impacto associado por um evento desencadeado por essa ameaça pode levar à inibição do processamento das cargas, geração de custos adicionais por atrasos e paralisações por risco à integridade física dos operadores do porto.

Outras interações de interesse ao porto são as de valor de risco “médio”. Essas interações possuem severidades que variam entre “rara”, “moderada” e “severa”. Dentre os principais impactos associados, verifica-se danos operacionais relacionados a despesas não programadas de operação, obstrução do deslocamento por via terrestre e aumento da intensidade e frequência de paralisações.

De forma geral, a Tabela 65 apresenta um resumo dos riscos operacionais de valor “médio” e “alto” com um detalhamento sobre os impactos, a probabilidade e a severidade.

Tabela 62: Risco estrutural para Granéis Sólidos

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMATICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																									
Perfil de Carga: Graneis Sólidos																																																									
AMEAÇAS																																																									
ID	INFRAESTRUTURA	ID	Chuva Forte						ID	Chuva Persistente						ID	Vento Forte						ID	Vento Moderado						ID	Vento Fraco						ID	Vento Quadrante Sul-Sudoeste						ID	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar												
			Chuva acima de 10 mm:							Chuva acima de 1 mm:							Vento acima de 10m/s (36 km/h):							Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):							Vento acima de 3m/s (10,8km/h):							Vento Quadrante Sul-Sudoeste							Inundação de 0,2m												
			Probabilidade							Probabilidade							Probabilidade							Probabilidade							Probabilidade							Probabilidade							Probabilidade												
			Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5		Histórico	2021-2040	2041-2060	2061-2100	SSP2	SSP5														
25	Canal Externo	25.1	Interação?	Não						25.2	Interação?	Não						25.3	Interação?	Sim						25.4	Interação?	Sim						25.5	Interação?	Sim						25.6	Interação?	Sim						25.7	Interação?	Sim					
			Severidade								Severidade								Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2					
			Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	4	4	4	4	4	4		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	5	5	5	5	5	5		Risco	2	2	2	2	4	4	4							
26	Canal Interno	26.1	Interação?	Não						26.2	Interação?	Não						26.3	Interação?	Sim						26.4	Interação?	Sim						26.5	Interação?	Sim						26.6	Interação?	Sim						26.7	Interação?	Sim					
			Severidade								Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	5	5	5	5	5	5		Risco	10	10	10	10	10	10								
27	Bacia de Evolução	27.1	Interação?	Não						27.2	Interação?	Não						27.3	Interação?	Sim						27.4	Interação?	Sim						27.5	Interação?	Sim						27.6	Interação?	Sim						27.7	Interação?	Sim					
			Severidade								Severidade								Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	4	4	4	4	4	4		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	5	5	5	5	5	5		Risco	10	10	10	10	10	10								
28	Sinalização Náutica	28.1	Interação?	Não						28.2	Interação?	Não						28.3	Interação?	Sim						28.4	Interação?	Sim						28.5	Interação?	Não						28.6	Interação?	Sim						28.7	Interação?	Sim					
			Severidade								Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	3					
			Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	5	5	5	5	5	5								
29	Berços	29.1	Interação?	Sim						29.2	Interação?	Não						29.3	Interação?	Sim						29.4	Interação?	Sim						29.5	Interação?	Não						29.6	Interação?	Sim						29.7	Interação?	Sim					
			Severidade	2							Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	3					
			Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	10	10	10	10	10	10								
30	Molhes	30.1	Interação?	Não						30.2	Interação?	Não						30.3	Interação?	Sim						30.4	Interação?	Sim						30.5	Interação?	Não						30.6	Interação?	Sim						30.7	Interação?	Sim					
			Severidade								Severidade								Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	4					
			Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	4	4	4	4	4	4		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	5	5	5	5	5	5								
31	Edificações	31.1	Interação?	Sim						31.2	Interação?	Não						31.3	Interação?	Sim						31.4	Interação?	Sim						31.5	Interação?	Não						31.6	Interação?	Sim						31.7	Interação?	Sim					
			Severidade	3							Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	12	12	12	12	12	12		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	10	10	10	10	10	10								
32	Infraestrutura de Armazenamento	32.1	Interação?	Sim						32.2	Interação?	Não						32.3	Interação?	Sim						32.4	Interação?	Sim						32.5	Interação?	Não						32.6	Interação?	Sim						32.7	Interação?	Sim					
			Severidade	3							Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	12	12	12	12	12	12		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	10	10	10	10	10	10								
33	Equipamentos de Lcamento	33.1	Interação?	Sim						33.2	Interação?	Não						33.3	Interação?	Sim						33.4	Interação?	Sim						33.5	Interação?	Não						33.6	Interação?	Sim						33.7	Interação?	Sim					
			Severidade	2							Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	10	10	10	10	10	10								
34	Empilhadeiras	34.1	Interação?	Sim						34.2	Interação?	Não						34.3	Interação?	Sim						34.4	Interação?	Sim						34.5	Interação?	Não						34.6	Interação?	Sim						34.7	Interação?	Sim					
			Severidade	2							Severidade								Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	1					
			Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	4	4	4	4	4	4		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	5	5	5	5	5	5								
35	Transportador Contínuo	35.1	Interação?	Sim						35.2	Interação?	Não						35.3	Interação?	Sim						35.4	Interação?	Sim						35.5	Interação?	Não						35.6	Interação?	Sim						35.7	Interação?	Sim					
			Severidade	3							Severidade								Severidade	2							Severidade	1							Severidade	1							Severidade	2							Severidade	2					
			Risco	12	12	12	12	12	12		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	8	8	8	8	8	8		Risco	4	5	5	5	5	5		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	10	10	10	10	10	10								
36	Acesso Viário	36.1	Interação?	Sim						36.2	Interação?	Não						36.3	Interação?	Não						36.4	Interação?	Não						36.5	Interação?	Não						36.6	Interação?	Não						36.7	Interação?	Sim					
			Severidade	3							Severidade								Severidade								Severidade								Severidade								Severidade								Severidade	2					
			Risco	12	12	12	12	12	12		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	-	-	-	-	-	-		Risco	2	2	2	2	4	4	4							

Tabela 63: Risco operacional para Granéis Sólidos

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Perfil de Carga: Graneis Sólidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
AMEAÇAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ID	INFRAESTRUTURA	ID	Chuva Forte										ID	Chuva Persistente										ID	Vento Forte										ID	Vento Moderado										ID	Vento Fraco										ID	Vento Quadrante Sul-Sudoeste										ID	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Chuva acima de 10 mm:											Chuva acima de 1 mm:											Vento acima de 10m/s (36 km/h):											Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):											Vento acima de 3m/s (10,8km/h):											Vento Quadrante Sul-Sudoeste											Inundação de 0,2m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Probabilidade											Probabilidade											Probabilidade											Probabilidade											Probabilidade											Probabilidade											Probabilidade																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Histórico		2021	2040	2041	2060	2081	2100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Tabela 64: Resumo do risco estrutural para Granéis Sólidos

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Interno	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A interação entre Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste com o Canal Interno pode gerar impactos de severidade “moderada”. A probabilidade de ocorrência dessas ameaças são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Como resultado, o risco verificado é “médio”. Esse risco está relacionado à capacidade dessas ameaças em gerar desconformação geométrica do canal. Nesse caso, o monitoramento do leito do Canal Interno, com batimetria multifeixe e ADCP são necessárias. Como destaque, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste tem maior poder de interação com essa infraestrutura.
Sinalização Náutica	Médio	VFO	VFO	VFO	VFO	VFO / ANM	VFO / ANM	VFO / ANM	Vento Forte: A probabilidade de ocorrência para ventos fortes no Porto do Rio Grande é “frequente”. Apesar da severidade da interação entre essa ameaça e a sinalização náutica ser “moderada”, o risco associado é “médio”. Isso significa que impactos relacionados a danos funcionais a faroletes de sinalização e balizamento devem ser considerados para evitar prejuízos às navegações que se orientam por esses equipamentos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações costeiras devido a aumento de 0,2 m do nível do mar podem ocasionar impactos de severidade “grave” à sinalização náutica. Uma vez que a probabilidade de ocorrência desses eventos passa a ser “rara” a partir de 2041-2060 (médio prazo), no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco se torna “médio”. Apesar de possuírem uma classe baixa de probabilidade, a potencialidade do impacto de perda de funcionalidade dos faroletes de sinalização e balizamento podem demandar monitoramento e substituição de equipamentos em um médio prazo. Em ambas as condições de eventos climáticos, faz-se necessária a vistoria pós-evento, usando-se lan-cha rápida e GPS com boa precisão, para verificar danos à ancoragem da bola, considerando o seu po-tencial arraste e modificação de posicionamento. Para sinalizações fixas, às margens do canal (placas, faroletes e faróis), é necessário vistoriar possíveis danos quanto a tombamento, inundação do conjun-to, torção ou danos ao sistema elétrico de emissão de sinal luminoso.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Todas essas ameaças podem gerar da-nos de severidade “moderada” aos Berços. Quanto à probabilidade, as duas primeiras possuem proba-bilidade “frequente” de ocorrerem, enquanto a última aponta para uma frequência “muito frequente”. Os riscos resultantes são “médios”. Nos Berços, a ameaça de Chuva Forte pode acelerar o seu processo de deterioração, gerando saturação dos solos junto à estrutura, saturação de seus sistemas de drena-gem, e, quando associado aos equipamentos de apoio operacional para transferência e movimentação de cargas, podem aumentar possíveis fissuras no pavimento do berço ou na interface solo e água, cau-sando deterioração das estruturas de concreto e instabilidade de solos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O resultado de risco “médio” para essa in-teração demonstra como a severidade “grave” se sobressai à probabilidade de ocorrência, que é “rara” a partir de 2041 no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). Nesse caso, esses eventos podem ocorrer com uma baixa frequência, mas gerarem impactos relevantes. Para os Berços os efei-tos das inundações devido ao aumento do nível do mar em 0,2 m estão associados ao alagamento e/ ou submersão da área construída para o desembarque e embarque. Esses efeitos das inundações nos Berços são semelhantes aos de CV, VFO e VQS, com a adição de perturbação nas tensões das estru-turas devido ao aumento do nível de água, causando aceleração da deterioração da vida útil e perda de estabilidade. Se não ocorrer retrocesso da cota de inundação, o berço demandará readequação geo-métrica e construtiva dos dolphins e cabeços de estaiamento em nova cota média do nível do mar.
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O aumento da probabilidade de inun-dações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar a partir do médio prazo (2041-2060) e cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), em conjunto com a severidade “severa” na interação entre essa ameaça e a infraestrutura de Molhes gera um risco “médio”. Esse risco é relevante, mesmo a que possa acontecer a partir de um médio prazo, pois os Molhes podem perder a funcionalidade de proteção e de manutenção de condições seguras de navegação, gerando prejuízos atrelados a manu-tenção e atrasos na operação. Deslocamentos de tetrápodes e maticos são as principais possibilidades de danos aos Molhes.

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Edificações	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: Ameaças de chuvas fortes em interação com Edificações podem levar a impactos de severidade “grave”. Como a probabilidade de ocorrência dessa ameaça é “frequente” no porto, o risco verificado na interação é “médio”. Os principais impactos apontam para entupimento dos drenos das calhas de telhados e colapso do sistema de drenagem, deterioração de pintura externa da edificação, aumento de infiltrações e em condições mais extremas, na ocorrência de inundações no entorno da edificação, surgimento de patologias no sistema de cobertura e fechamento em alvenaria. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência verificada para ventos fortes é “frequente”, enquanto para Vento Quadrante Sul-Sudoeste é “muito frequente”. Por outro lado, a severidade verificada é “moderada” para a interação entre essas ameaças e as Edificações. O risco resultante é “médio”. Em geral, esse risco está associado ao colapso das coberturas e telhados dos prédios administrativos por empuxo, quebra de vidros de janelas, quedas de árvores e de câmeras de vigilância e danos a placas indicativas, a guaritas e cancelas.
Empilhadeiras	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: Assim como para os granéis líquidos, a probabilidade de ocorrência de chuvas fortes é “frequente” e a severidade é “moderada” para a interação entre essas ameaças e Empilhadeiras. Como produto da probabilidade e severidade, o risco verificado é “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. Nesse caso, o risco está associado à possibilidade de inundações repentinas devido a chuvas fortes, que podem atingir repentinamente veículos de apoio em solo, sem a possibilidade de desmobilização, causando danos aos seus sistemas mecânico, elétrico e hidráulico.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: A ameaça de chuvas fortes tem o potencial de gerar impactos de severidade estrutural “moderada” aos acessos viários. Dado que a probabilidade de ocorrência dessa ameaça no porto é “frequente”, o risco verificado é, portanto, “médio”. Chuvas fortes podem levar a queda de árvores, erosão do terreno e buracos nas vias, gerando custos de reparo e de atraso no processamento das cargas.
Bacia de Evolução	Médio	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência de ventos do quadrante sul-sudoeste é “muito frequente” desde a linha de base. A severidade de impactos dessa ameaça na Bacia de Evolução é “moderada” e o risco resultante é “médio”. Esse risco está associado a desconformação geométrica da planimetria e a redução do calado. O monitoramento constante da variação da geometria da bacia pode ser necessário.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Da mesma forma que os ventos fortes, as chuvas fortes têm probabilidade “frequente” de ocorrência no porto. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por outro lado, “muito frequente”. Essas ameaças apresentam a potencialidade de impactos com severidade “moderada” aos Equipamentos de Içamento. O risco resultante é “médio”. Em combinação ou individualmente, tanto as chuvas fortes quanto os ventos fortes e de quadrante sul-sudoeste podem demandar inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programada em shiploaders e guindastes grabs. Eventos de CF, VFO e VQS mais extremos podem levar a colapso de elementos estruturais dos Equipamentos de Içamento, gerando custos demasiados com troca de peças e componentes. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar acontecerem a partir de 2041 no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5) é “rara”. Apesar disso, a severidade de impactos desencadeados por essas inundações em Equipamentos de Içamento é “grave”, resultando em um risco “médio”. Esse risco impõe danos à medida em que as ressacas marítimas podem inundar a base desses equipamentos e gerar corrosão de materiais com o passar do tempo, demandando manutenção e reparos constantes.

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A severidade de impactos das chuvas fortes sobre as infraestruturas de armazenamento é “grave”. Multiplicada pela probabilidade “frequente” de ocorrência dessa ameaça, ela gera um risco “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. As infraestruturas expostas a essas chuvas fortes necessitam maiores demandas de manutenções preventivas para perpetuação da vida útil da estrutura de silos e armazéns, com a lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante e limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores. Em condições críticas, com a perpetuação de pontos de inundações, pode haver colapsos estruturais, depreciação acelerada dos blocos, sapatas ou radiers de fundação ou algum recalque diferencial. Interrupção das balanças e moegas por questões de alagamentos também são possíveis devido a inundações decorrentes das chuvas. A implementação de sistemas de monitoramento hidrometereológico pode auxiliar na gestão de inspeções. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando associadas às infraestruturas de armazenamento, ambas apresentam interações com danos de severidade “moderada”. Dessa forma, o os riscos resultantes são “médios”. Esse risco está relacionado a danos físicos à cobertura, estruturas de fechamento, elevadores de caneco, balanças, moegas, que podem gerar custos de manutenção ou substituição de equipamentos pelo operador, acarretando paralisações.
Transportador Contínuo	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: O risco “médio” da interação entre Chuva Forte e Transportador Contínuo é produto da severidade “grave” dessa interação com a probabilidade “frequente” dessa ameaça acontecer. A ocorrência de chuvas fortes frequentes demanda maiores manutenções preventivas para perpetuação da vida útil da linha do Transportador Contínuo, com a lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante, limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores das linhas e dos equipamentos de suporte. Em condições críticas, com a perpetuação de pontos de inundações, pode haver impactos em conjunto de motores e queima de circuitos elétricos, os quais também a descargas elétricas em tempestades. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e quadrante sul-sudoeste podem interagir com o Transportador Contínuo de modo a gerar danos de severidade “moderada”. O primeiro tem probabilidade de acontecer “frequentemente” e o segundo “muito frequentemente”. O risco resultante dessa interação é “médio”. Esse risco relaciona-se a danos à linha do transportador, devido ao choque e colisão de embarcações e veículos em desgoverno pela ação do vento; queda de objetos dos navios ou de infraestruturas adjacentes ao transportador impulsionadas pela ação do vento; e ruptura de estruturas metálicas e aéreas de suporte a linha.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar

Tabela 65: Resumo do risco operacional para Granéis Sólidos

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Externo	Médio	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos do quadrante sul-sudoeste apresentam probabilidade “muito frequente” de ocorrer desde a linha de base. Para interações entre o Canal Externo e essa ameaça, verifica-se que os impactos relacionados podem ter um grau de severidade “moderado”. Como resultado, o risco é “médio”. Os impactos que os ventos do quadrante sul-sudoeste promovem às operações no Canal Externo estão relacionadas à falta de condições seguras de navegação, promovendo paralisações e, por consequência, prejuízos financeiros. Melhorar o monitoramento hidrometeorológico pode ajudar nas questões de planejamento do porto nessas ocasiões.
Canal Interno	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os riscos atribuídos a ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste são “médios”. Esse valor de risco está associado à probabilidade “frequente” para o primeiro e “muito frequente” para o segundo. A severidade “moderada” também para esse nível de risco, o qual pode gerar paralisações e custos adicionais de operação devido à vulnerabilidade das embarcações a essas ameaças e à insegurança do transporte marítimo no Canal Interno sob essas condições de ventos. Chuva Forte: Dada a probabilidade de acontecerem “frequentemente”, as chuvas fortes podem levar impactos de severidade operacional “moderada” no Canal Interno. O risco resultante é “médio” e está associado à sensibilidade dos granéis sólidos frente a condições de alta umidade. Além disso, a Chuva Forte pode afetar condições de visibilidade e, associada a ventos e ondas, pode acarretar paralisação do canal e fechamento da barra. Esses fatores podem gerar custos de paralisação operacional do porto e necessitam monitoramento hidrometeorológico constante para planejamento dos terminais de carga.
Bacia de Evolução	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e quadrante sul-sudoeste têm a capacidade de interagir com a Bacia de Evolução e gerar danos de severidade “moderada” a essa infraestrutura. A probabilidade de ventos fortes acontecerem é “frequentemente”, enquanto os ventos de quadrante sul-sudoeste podem ocorrer “muito frequentemente”. O risco nessa interação é “médio” e pode levar à interrupção das manobras. A falta de manutenção da bacia pode levar a danos operacionais, tais como, a obrigação da redução do fator de estiva dos navios, a redução operacional do LOA e o risco de encalhe das embarcações que venham a manobrar na Bacia de Evolução.
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS / ANM	CF / CP / VQS / ANM	CF / CP / VQS / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: Tanto para as chuvas fortes, quanto para as chuvas persistentes, a severidade de danos às infraestruturas de armazenamento pode atingir um grau “moderado”. A probabilidade de ocorrência de chuvas fortes e persistentes são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. O risco resultante é “médio”. Os principais fatores que o definem como “médio” são a vulnerabilidade e a redução da segurança no processamento das operações de armazenamento de granéis sólidos durante eventos de chuvas prolongadas e/ou fortes. Como são sensíveis à umidade, a paralisação das operações de granéis sólidos pode ocorrer com alta frequência e para além do limite de tempo programado. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Apesar de apresentar probabilidade “rara” de acontecer em meados do século (cenário SSP5 – 2041 – 2060), a interação entre essa ameaça e as infraestruturas de armazenamento pode levar a impactos de severidade “grave”. Nesse caso, o risco resultante é “médio”. Isso significa que o porto está sujeito a paralisação das suas operações devido à inundação das áreas destinadas ao armazenamento, o que pode levar a geração de custos por adoção de medidas paliativas e/ou de manutenção. Tanto CF, CP e ANM geram paralisações operacionais e a possibilidade de acidentes de trabalho na área da Infraestrutura de Armazenamento (silos e armazéns). A ocorrência de infiltrações e inundações devido à falência funcional do sistema de drenagem pode comprometer a circulação de veículos de apoio (Empilhadeiras, veículos de carga, tremonhas, retroescavadeiras/escavadeiras) e risco de escorregamentos e quedas de colaboradores. Infiltrações de maior vulto podem comprometer instalações elétricas do armazém e a alimentação do Transportador Contínuo, criando risco de choque elétrico e paralisações de operação.

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Edificações	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As Edificações podem sofrer impactos de severidade “grave” quando associadas a ameaças de inundações devido ao aumento de 0,2 m do mar. Apesar da probabilidade dessa ameaça acontecer em seu maior nível ser “raro” a partir de 2041 em um cenário de altas emissões de GEE, o risco dessa interação com Edificações é “médio”, gerando impossibilidade de acesso de colaboradores, inundações do andar térreo, riscos de acidentes laborais e interrupção de atividades laborais de escritório e nas edificações operacionais.
Empilhadeiras	Médio	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade dessa ameaça acontecer para todos os períodos e cenários é “muito frequentemente”. Em caso de danos por ventos desse quadrante, a severidade dos impactos sobre as Empilhadeiras pode ser “moderada”. O risco resultante é “médio”, representando a capacidade dos ventos trazerem riscos à utilização das Empilhadeiras por técnicos e, consequentemente, haver necessidade de paralisação nas operações.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: O risco “médio” relacionado às chuvas fortes é uma função da probabilidade “frequente” e a possibilidade de causarem danos de severidade “moderada” aos Equipamentos de Içamento. As chuvas persistentes possuem uma probabilidade “muito frequente” de acontecerem, porém, apresentam mesmo grau de severidade que as chuvas fortes. Por isso, o risco verificado nessa interação também é “médio”. Esses resultados estão associados a paralisação operacional dos guindastes com grabs e shiploaders decorrentes do fechamento do porão dos navios devido à precipitação. No caso de cargas granéis não sensíveis a precipitação, a paralisação das manobras de içamento das cargas poderá ocorrer por falta de segurança devido à redução da visibilidade dos operadores de solo e convés e de comando de equipamento. Vento Forte: A probabilidade de ocorrência dos ventos fortes é “frequente” para todos os períodos e cenários. A severidade de impactos gerados por esses ventos a Equipamentos de Içamento é “moderada” e o risco resultante é “médio”. Isso significa que impactos relacionados à paralisação das movimentações de cargas podem ocorrer em maior intensidade e frequência, acarretando prejuízos financeiros ao porto. Essas paralisações são mandatórias para mitigar o risco de acidentes laborais, tanto em solo, embarcado e em altura. A lança dos guindastes e shiploaders se tornam instáveis, gerando movimentos inseguros à operação. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar podem afetar a segurança de operação dos Equipamentos de Içamento. Como a severidade dessa interação é “moderada”, espera-se que eventos de inundações levem a prejuízos financeiros associados à inibição do processamento de navios no embarque e desembarque, além de também colocar a integridade das cargas de granéis sólidos em perigo.
	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Com uma probabilidade de ocorrerem “muito frequentemente” para todos os cenários de emissões e períodos da análise, os ventos do quadrante sul-sudoeste podem provocar impactos de severidade “grave” quando associados aos Equipamentos de Içamento. O risco oriundo da multiplicação dessas duas variáveis é “alto”. Isso significa que essas infraestruturas, sob condições adversas de ventos desse quadrante, estão sujeitas à parada dos trabalhos em altura e em plataformas elevatórias.

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS SÓLIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Transportador Contínuo	Médio	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	CF / CP / VFO / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: Considerando a probabilidade “frequente” de acontecer e danos de severidade “moderada”, o risco associado à interação entre Transportador Contínuo e chuvas fortes é “médio”. Esse risco está relacionado à necessidade de paralisação do transporte de granéis sólidos em função do fechamento do porão dos navios para não danificação da carga. Uma outra ameaça que também proporciona esse risco à infraestrutura é Chuva Persistente, que possui uma probabilidade “muito frequente” de ocorrência no porto. Associadas às chuvas, descargas elétricas atmosféricas podem gerar riscos de incêndios para os granéis sólidos químicos, (fertilizantes) que acarretam paralisações e custos financeiros. Vento Forte: Os ventos fortes podem interagir com o Transportador Contínuo de modo a gerar danos de severidade “moderada”. A probabilidade dessa ameaça acontecer é “muito frequente” durante todos os períodos e cenários. O risco resultante dessa interação é “médio”. Como o Transportador Contínuo trabalha associado aos shiploaders e guindastes grabs, o risco operacional está relacionado ao cancelamento no transbordo de carga entre navio e armazém, sendo paralisado por questões de segurança e acarretando custos e atrasos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As inundações costeiras devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar possuem probabilidade de acontecer “raramente” a partir do ano de 2041 no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). Apesar disso, a severidade com a qual essa ameaça pode impactar um Transportador Contínuo é “grave” e, assim, o risco resultante é “médio”. Esse risco está associado à inundação das áreas destinadas à operação do Transportador Contínuo, paralisando os trabalhos e o funcionamento das máquinas.
	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: O Vento Quadrante Sul-Sudoeste pode interagir com o Transportador Contínuo de forma a gerar danos de severidade “grave”. A probabilidade dessa ameaça acontecer é “muito frequentemente”. O risco resultante é “alto”, demandando manutenções e reparos físicos na linha do Transportador Contínuo, causado por choques de veículos, embarcações ou demais objetos. Outro aspecto é a paralisação operacional do sistema dutoviário em função da paralisação do processamento de navios devido a condição de VQS, acarretando atrasos, sobre-estadia de embarcações e impedimento de recebimento de granéis líquidos.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF / ANM	CF / ANM	CF / ANM	Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência das chuvas fortes é “frequente” e a severidade de impacto potencial ao Acesso Viário é “moderada”. O risco resultante é “médio” e está relacionado à paralisação do deslocamento nas vias em caso de obstrução de passagem decorrente das chuvas fortes. Em casos de alagamentos, o Acesso Viário também pode ser impedido de exercer sua função. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Com uma probabilidade “rara” a partir de meados do século (2041 – 2060) em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco associado à severidade “moderada” de impactos no Acesso Viário devido a essa ameaça é “médio”. Esse risco gera a possibilidade de inundação do acesso, impossibilitando o deslocamento pelas vias e, portanto, dos funcionários a algumas áreas de operação do porto. Isso pode ocasionar paralisações com prejuízos financeiros.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

4.4.1.4 Granéis Líquidos

Riscos estruturais: De maneira geral, as ameaças climáticas do estudo acontecem com alta frequência no perímetro de operação do Porto do Rio Grande. Isso significa que, com exceção de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, todas as outras ameaças são frequentes ou muito frequentes no porto.

A partir da matriz de risco, infere-se que mesmo que a severidade de uma interação entre ameaça e infraestrutura seja “moderada”, a probabilidade de ela acontecer repetidas vezes já tem o potencial de gerar um risco “médio” às estruturas do porto. Com esse risco “médio”, situações de inibição parcial ou cancelamento do processamento de navios no embarque e desembarque podem se tornar comuns ao ponto de gerarem prejuízos financeiros não programados ao porto.

A variação dos períodos e cenários de emissões apenas trazem mudanças ao valor de risco para a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. A partir de 2041 e sob a perspectiva de um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), a probabilidade dessa ameaça aumenta em um ponto, tornando-se “rara”.

Também é importante destacar que apesar de Chuva Persistente ocorrer com a mais alta probabilidade no porto, não existem interações de risco entre essa ameaça e as infraestruturas listadas no estudo (Tabela 66).

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências do risco estrutural “médio”, observe a Tabela 68.

Riscos operacionais: Como já citado anteriormente, com exceção de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, todas as outras ameaças possuem alta frequência de ocorrência no Porto do Rio Grande. Isso faz com que o porto seja acometido por eventos climáticos adversos com potenciais de causarem impactos operacionais de “médio” a “alto” risco.

Sob a perspectiva dos horizontes de tempo e dos cenários de emissão, os riscos que têm seu resultado alterado de “baixo” para “médio” potencial ocorrem apenas para a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar a partir do ano de 2041 e sob um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5).

Por fim, de maneira geral, o maior valor de risco foi verificado para a ameaça de Ventos Quadrante Sul-Sudoeste. As infraestruturas que apresentam esse resultado são Equipamentos de Içamento, Transportador Contínuo e Acesso Viário (Tabela 67).

Esses riscos podem resultar em inibição de 80 a 100% do transporte de cargas e do acesso a equipamentos de operação de graneis líquido, gerando potenciais prejuízos financeiros e quebras de contrato por atrasos.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências dos riscos operacionais “médio” e “alto”, observe a Tabela 57.

Tabela 66: Risco estrutural para Granéis Líquidos[illegible]

Tabela 67: Risco operacional para grânéis líquidos

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Perfil de Carga: Graneis Líquidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ID	INFRAESTRUTURA	ID	AMEAÇAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Chuva Forte						Chuva Persistente						Vento Forte						Vento Moderado						Vento Fraco						Vento Quadrante Sul-Sudoeste						Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nivel do Mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Chuva acima de 10 mm:						Chuva acima de 1 mm:						Vento acima de 10m/s (36 km/h):						Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):						Vento acima de 3m/s (10,8km/h):						Vento Quadrante Sul-Sudoeste						Inundação de 0,2m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Probabilidade		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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabela 68: Resumo do risco estrutural para Granéis Líquidos

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									Comentários
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040 SSP2	2021-2040 SSP5	2041-2060 SSP2	2041-2060 SSP5	2081-2100 SSP2	2081-2100 SSP5	
Canal Interno	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Tanto para ventos fortes quanto para ventos do quadrante sul-sudoeste, a severidade da interação entre essas ameaças com o Canal Interno é “moderada”. Para a primeira ameaça, a probabilidade é “frequentemente” e, para a segunda, “muito frequentemente”. Como resultado do produto dessas variáveis, o risco verificado é “médio”. Esse risco está associado principalmente à frequência desses impactos que pode levar à desconformação geométrica do canal. Nesse caso, o monitoramento do leito do Canal Interno com batimetria multifeixe e ADCP é necessário. Como destaque, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste tem maior poder de interação sobre essa infraestrutura.
Sinalização Náutica	Médio	VFO	VFO	VFO	VFO	VFO / ANM	VFO / ANM	VFO / ANM	Vento Forte: A frequência de ocorrência dos ventos fortes tem grande poder sobre o resultado do risco, uma vez que sua probabilidade de ocorrer é “frequentemente”. A severidade da interação entre infraestrutura e ameaça, por sua vez, é “moderada”. Dessa forma, o risco, produto da multiplicação dessas duas variáveis, é “médio”. Isso significa que impactos relacionados aos danos funcionais a faróis, sinalização e balizamento devem ser considerados para evitar problemas às navegações que se orientam por esses equipamentos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A severidade de impacto do aumento do nível do mar em 0,2 m à sinalização náutica é “grave”. A probabilidade de ocorrência que leva até o risco “médio” dessa interação ocorre a partir de 2041-2060, no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), quando se tornam eventos “raros”. Apesar de possuírem baixa probabilidade de ocorrência, a potencialidade de impactos na funcionalidade dos faróis, sinalização e balizamento demanda monitoramento e adaptação para o futuro. Em ambas as condições de eventos climáticos, faz-se necessária a vistoria pós-evento, usando-se lanterna rápida e GPS com boa precisão, para verificar danos à ancoragem da boia, considerando o seu potencial arraste e modificação de posicionamento. Para sinalizações fixas, às margens do canal (placas, faróis e faróis), é necessário vistoriar possíveis danos quanto a tombamento, inundação do conjunto, torção ou danos ao sistema elétrico de emissão de sinal luminoso.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A severidade de impacto por essas ameaças é “moderada”. As duas primeiras possuem probabilidade de ocorrerem “frequentemente” e a última “muito frequentemente”. O produto da severidade <i>versus</i> a probabilidade de cada ameaça gera riscos “médios”. Nos Berços, a ameaça de Chuva Forte pode acelerar a saturação dos solos e dos sistemas de drenagem, e quando associada aos esforços dos equipamentos de apoio operacional para transferência e movimentação de cargas pode aumentar possíveis fissuras no pavimento do berço ou na interface solo e água, causando deterioração das estruturas de concreto. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O resultado de risco “médio” para esta interação demonstra como a severidade “grave” se sobressai à probabilidade de ocorrência, que é “rara” a partir de 2041 no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5). Nesse caso, esses eventos podem ocorrer com uma baixa frequência, mas gerarem impactos relevantes. Os efeitos das inundações nos Berços são semelhantes aos de CV, VFO e VQS, com a adição da perturbação nas tensões das estruturas devido ao aumento do nível de água, causando aceleração da deterioração da vida útil e perda de estabilidade.
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O aumento da probabilidade de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar a partir do ano de 2041 e cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), em consonância com a severidade severa da interação entre essa ameaça e a infraestrutura Molhes gera um risco “médio”. Esse risco é relevante ao porto, mesmo que comece a partir do pior cenário em meados do século, pois pode prejudicar suas estruturas de proteção e impedir condições seguras de navegação e consequentemente gerar prejuízos financeiros. Deslocamentos de tetrópodes e maticos são as principais possibilidades de danos aos Molhes, causando perda funcional e restrição à navegação.

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A severidade “grave” na interação entre chuvas fortes e as infraestruturas de armazenamento em conjunto com uma probabilidade “frequente” gera um risco “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. As chuvas fortes geram maiores demandas de manutenções preventivas para perpetuação da vida útil da estrutura de tanques, exigindo lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante e limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores dos tanques. Em condições críticas, com a perpetuação de pontos de inundações, pode haver redução da vida útil da estrutura devido à oxidação do material metálico dos tanques, depreciação acelerada dos blocos, sapatas ou radiers de fundação ou causar algum recalque diferencial. A implementação de sistemas de monitoramento hidrometeorológicos pode auxiliar na gestão de inspeções e reparos. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando associadas às infraestruturas de armazenamento, ambas apresentam interações com danos de severidade “moderada”. Sendo assim, o produto da severidade com a probabilidade dessas ameaças gera riscos “médios” às infraestruturas. Esse risco está relacionado a danos físicos aos mangotes, tubulações e dutovias que podem gerar custos de manutenção ou substituição de equipamentos pelo operador, acarretando paralisações.
Edificações	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A interação entre Edificações e chuvas fortes levam a uma severidade de impacto “grave”, em um contexto de probabilidade de ocorrência “frequente” dessa ameaça. O risco resultante é “médio” e seus principais impactos apontam para entupimento dos drenos das calhas de telhados, colapso do sistema de drenagem, deterioração de pintura externa da edificação, aumento de infiltrações e em condições mais extremas, na ocorrência de inundações no entorno da edificação, surgimento de patologias no sistema de cobertura e fechamento em alvenaria. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidades de ocorrência dessas ameaças é “frequente” para Vento Forte e “muito frequente” para Vento Quadrante Sul-Sudoeste. Por outro lado, a severidade verificada é “moderada” para ambas as ameaças. O risco resultante é “médio” para as interações entre esses ventos e Edificações. Em geral, esse risco está associado ao colapso das coberturas e telhados dos prédios administrativos, por empuxo; quebra de vidros de janelas, quedas de árvores e câmeras de vigilância e danos a placas indicativas, a guaritas e a cancelas.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: As chuvas fortes, assim como os ventos fortes, têm probabilidade “frequente” de acontecerem. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por sua vez, “muito frequente”. Essas ameaças representam potenciais de impactos de severidade “moderada” no Porto de Rio Grande. Como resultado, o risco encontrado na interação entre Equipamentos de Içamento e essas ameaças é “médio”. Em combinação ou individualmente, tanto as chuvas fortes quanto os ventos fortes e de quadrante sul-sudoeste podem levar ao colapso dos braços de içamento e desacoplamento de mangotes. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Em conjunto com uma probabilidade “rara” de ocorrência a partir de 2041 no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), a severidade “grave” de impactos desencadeados por Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar pode levar a um risco “médio”. Esse risco impõe danos aos equipamentos de içamento de mangotes a medida em que as ressacas marítimas podem inundar a base dessas máquinas e gerar a corrosão de materiais com o passar do tempo, demandando manutenção e reparos constantes.
Empilhadeiras	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: A probabilidade “frequente” de ocorrência de chuvas fortes e a severidade “moderada” de sua interação com Empilhadeiras gera um risco “médio” em todos os horizontes temporais e cenários de emissão. Nesse caso, o risco está associado à possibilidade de inundações repentinas devido a chuvas fortes que atinjam repentinamente veículos de apoio em solo, sem a possibilidade de desmobilização, causando danos ao seu sistema mecânico, elétrico e hidráulico.

RISCO ESTRUTURAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Transportador Con- tínuo	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: O risco “médio” é produto da probabilidade de classe “frequente” para a ameaça de Chuva Forte e a sua severidade “grave” em associação com a infraestrutura de Transportador Contínuo. A ocorrência de chuvas fortes frequentes demanda maiores manutenções preventivas para perpetuação da vida útil das tubulações, exigindo a lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante e limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores das linhas e equipamentos de suporte. Em condições críticas, com a perpetuação de pontos de inundações, há possibilidade de impactos em válvulas de pressão e registros e queimas de circuitos elétricos, os quais também podem sofrer impactos devido à ocorrência de descargas elétricas. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e de quadrante sul-sudoeste podem interagir com Transportador Contínuo de modo a gerar danos de severidade “moderada”. O primeiro tem probabilidade de acontecer “frequentemente”, enquanto o segundo “muito frequentemente”. O risco resultante dessa interação é “médio”, relacionando-se a danos a tubulação e dispositivos da rede, devido ao choque e colisão de embarcações e veículos em desgoverno pela ação do vento; queda de objetos dos navios ou de infraestruturas adjacentes a linha de tubulações impulsionadas pela ação do vento; ruptura de mangotes de conexão devido ao rompimento de estaiamento de embarcações nos berços; e demanda vistoria e necessidade de reaperto de elementos de fixação em estruturas metálicas e aéreas de suporte a linha de dutos.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: Chuvas fortes podem levar a impactos de severidade estrutural “moderada” aos acessos viários. Como a frequência de ocorrência dessa ameaça é frequente, o risco encontrado é “médio”. Chuvas fortes podem levar à queda de árvores, erosão do terreno e danos à infraestrutura gerando buracos nas vias. Esses impactos podem levar a custos de reparo e a atrasos no processamento das cargas.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar

Tabela 69: Resumo do risco operacional para Granéis Líquidos

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Canal Externo	Médio	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A ocorrência dos ventos fortes tem probabilidade muito frequente. Para interações entre o Canal Externo e essa ameaça, verifica-se uma severidade de nível “moderado”. Como resultado da multiplicação da severidade e da probabilidade, o risco é “médio” nesta interação. Os impactos que os ventos do quadrante sul-sudoeste promovem às operações no Canal Externo estão relacionadas à falta de condições seguras de navegação, promovendo paralisações e, por consequência, prejuízos financeiros. A melhora do monitoramento hidrometereológico pode ajudar nas questões de planejamento do porto nessas ocasiões.
Canal Interno	Médio	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	CF / VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Da mesma forma que para o Canal Externo, os ventos do quadrante sul-sudoeste podem trazer riscos “médios” às condições de operação no Canal Interno. Como sua probabilidade é “muito frequente” e a severidade da interação é “moderada”, paralisações, com consequentes prejuízos financeiros, podem ocorrer devido à sensibilidade das embarcações e das cargas frente a eventos extremos de ventos desse quadrante. Chuva Forte: Dada a probabilidade de acontecer “frequentemente”, as chuvas fortes podem levar a impactos de severidade operacional “moderada” no Canal Interno. O risco resultante é “médio” e está associado às condições de navegabilidade que podem ser prejudicadas por baixa visibilidade e pela força das ondas, potencializando perigos às embarcações e suas cargas, demandando assim a paralisação do canal.
Bacia de Evolução	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e de quadrante sul-sudoeste podem interagir com Bacia de Evolução de modo a gerar danos de severidade “moderada”. O primeiro tem probabilidade de acontecer “frequentemente”, enquanto o segundo “muito frequentemente”. O risco resultante dessa interação é “médio” e pode levar à interrupção das manobras. A falta de manutenção da bacia pode levar a danos operacionais, tais como, a obrigação da redução do fator de estiva dos navios, a redução operacional do LOA e o risco de encalhe das embarcações dentro da Bacia de Evolução.
Sinalização Náutica	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A severidade para a interação entre Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar e Sinalização Náutica é “grave”. A probabilidade, por sua vez, se torna “rara”, mas não menos importante, a partir de 2041 no cenário SSP5 de alta emissão de gases de efeito estufa. O risco resultante é “médio” e está associado à perda de funcionalidade dos equipamentos de sinalização, que pode gerar atrasos e paralisações das operações devido à falta de orientação e redução de segurança de navegação.
Berços	Médio	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS	CF / CP / VQS / ANM	CF / CP / VQS / ANM	CF / CP / VQS / ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de ocorrência de eventos de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é “rara” a partir de 2041 no cenário de altas emissões de gases GEE (SSP5). Em conjunto com uma severidade “grave” na interação com Berços, o risco resultante é “médio”. Esse risco diz respeito à inundação das áreas do lado terra do berço, comprometendo a ação laboral dos operadores quanto a amarração nos cabeços e a conexão dos mangotes nas embarcações, acarretando atrasos e aumento de custos. Chuva Forte e Chuva Persistente: As probabilidades de ocorrência das ameaças de Chuva Forte e Chuva Persistente são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando associadas aos Berços, ambas apresentam interações com danos de severidade “moderada”. Com isso, o risco resultante é “médio”. Esse risco está relacionado à redução da segurança de realização de manobras de atracação nos Berços devido à falta de visibilidade ou à maré agitada, que impossibilitam as manobras de estaiamento, partida de embarcações, trabalho de operários em altura e o acoplamento/desacoplamento de mangotes. Vento Quadrante Sul-Sudoeste: O Vento Quadrante Sul-Sudoeste pode interagir com os Berços de forma a gerar danos de severidade “moderada”. A probabilidade dessa ameaça acontecer é “muito frequentemente” e o risco resultante dessa interação é “médio”. Similarmente a CF e CP, os VQS geram impactos operacionais com a impossibilidade de atracação/desatracação, estaiamento de cabos, trabalhos em altura e de conexão de mangotes. Durante o evento, pode ocorrer folga de estaiamentos, sendo necessárias a vistoria e a execução do tensionamento dos cabos.

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A partir do ano 2041 no cenário SSP5 de emissões de gases GEE, a probabilidade de ocorrência das inundações devido ao aumento de 0,2 m do “rara”. Apesar disso, a interação desses eventos com as infraestruturas de Molhes pode gerar impactos de severidade “grave”. O risco resultante é “médio”. Operacionalmente, inundações podem acarretar a redução da função de proteção dos molhes, causando paralisação da barra, tanto para entrada quanto para a saída de embarcações, gerando custos de sobre-estadia das embarcações nos fundeadouros e nos berços. Os danos físicos à infraestrutura dos Molhes, demandarão serviço civil e de engenharia portuária, cuja execução, por condições de segurança poderá acontecer em menores janelas de entrada e saída da barra, impondo custos operacionais devido a atrasos.
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: As interações entre Chuva Forte e Chuva Persistente com as infraestruturas de armazenamento possuem severidade “moderada”. A probabilidade, por sua vez, é considerada “frequente” para Chuva Forte e “muito frequente” para Chuva Persistente. O risco resultante para ambas as ameaças climáticas é “médio”. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Apesar de apresentar probabilidade “rara”, a ocorrência de inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar a partir de 2041 no cenário de altas emissões de GEE em interação com as infraestruturas de armazenamento pode levar a impactos de severidade “grave”. O risco associado é “médio”. Tanto CF, CP e ANM causam paralisações operacionais devido ao risco de acidentes de trabalho na área da Infraestrutura de Armazenamento (tanques). A ocorrência de infiltrações e inundações devido à falência funcional do sistema de drenagem pode comprometer a circulação de veículos de apoio e gerar risco escorregamentos e quedas de colaboradores. Infiltrações de maior vulto podem comprometer instalações elétricas e o sistema de bombeamento instalados nas proximidades dos tanques, criando risco de choque elétrico e paralisações de operação.
Edificações	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As Edificações podem sofrer impactos de severidade “grave” quando associados a ameaças de inundações devido ao aumento de 0,2 m do mar. Apesar da probabilidade dessa ameaça acontecer em seu maior nível (raro) a partir de 2041 em um cenário de altas emissões de GEE, o risco dessa interação com Edificações é “médio”, podendo acarretar impossibilidade de acesso de colaboradores, inundações do andar térreo, riscos de acidentes laborais e interrupção de atividades laborais de escritório e edificações operacionais.
Equipamentos de Içamento	Médio	VF	VF	VF	VF	VF / ANM	VF / ANM	VF / ANM	Vento Forte: A probabilidade de ocorrência dos ventos fortes é “frequente” da linha de base até o ano de 2100. A severidade da interação entre Equipamentos de Içamento e a ameaça, por sua vez, é de grau “moderado”, e o risco resultante é “médio”. Isso significa que os ventos fortes poderão ocasionar paralisações mais frequentes, causando atrasos e custos mais elevados no embarque e desembarque (parada dos braços de elevação dos mangotes). Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar podem gerar inundações que afetam a segurança de operação dos Equipamentos de Içamento. Como a severidade dessa interação é “moderada”, espera-se que eventos de ressacas levem a prejuízos financeiros associados à inibição do processamento de navios no embarque e desembarque.
	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Com uma probabilidade de ocorrerem “muito frequentemente” desde o período de linha de base, os ventos do quadrante sul-sudoeste potencializam impactos de severidade “grave” quando associados aos Equipamentos de Içamento. O risco resultante é “alto”, podendo causar parada das movimentações de carga por falta de segurança na operação, resultando em 80 a 100% de cargas não atendidas.

RISCO OPERACIONAL – GRANÉIS LÍQUIDOS									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Transportador Con- tínuo	Médio	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP / ANM	CP / CF / ANM	CP / CF / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: A probabilidade é considerada “frequente” para Chuva Forte e “muito frequente” para Chuva Persistente. Quando associadas à severidade “moderada”, o risco encontrado para a interação entre essas ameaças e Transportador Contínuo é “médio”. Esse risco está relacionado à possibilidade de perda funcional dos transportadores devido à vulnerabilidade de equipamentos elétricos frente a descargas elétricas atmosféricas. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Em função da probabilidade de eventos de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar acontecerem “raramente” nos períodos de médio (2041-2060) e longo prazo (2081-2100) e a severidade ser “grave” para interações com Trans- portador Contínuo, o risco observado é “médio” a partir do ano de 2041 no cenário SSP5. Isso significa que as operações podem ser cessadas devido à inundação e riscos à segurança operacional da linha dutoviária, e por consequência, criar prejuízos financeiros ao porto.
	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: O Vento Quadrante Sul-Sudoeste pode interagir com o Transporta- dor Contínuo de forma a gerar danos de severidade “grave”. A probabilidade dessa ameaça acontecer é “muito frequentemente”. O risco resultante dessa interação é “alto” e diz respeito às manutenções e reparos físicos na linha dutoviária, causado por choques de veículos, embarcações ou demais objetos. Nesse contexto, a manutenção corretiva exige paralisação para manutenção. Outro aspecto é a paralisa- ção operacional do sistema dutoviário em função da paralisação do processamento de navios devido a VQS, acarretando atrasos, sobre-estadia de embarcações e impedimento de recebimento de graneis líquidos.
Acesso Viário	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A ocorrência dos ventos fortes possui uma probabilidade “muito fre- quente” de acontecer. Em suas interações com Acesso Viário, a severidade encontrada apresenta nível “grave”. Como resultado, o risco é “alto”. Os impactos que Vento Quadrante Sul-Sudoeste promove estão relacionados a queda de árvores, cabos de rede elétrica e muros/cercamentos/tapumes de divi- sa, que podem obstruir a passagem e, consequentemente, inibir o transporte de cargas e o acesso de equipamentos e colaboradores na operação.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

4.4.1.5. Celulose

Riscos estruturais: A probabilidade de ocorrência das ameaças no Porto de Rio Grande, com exceção de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, é alta, enquanto a severidade de impactos é de forma geral baixa, exceto também para Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. O risco estrutural de maior valor para celulose é “médio” e está associado às ameaças de Chuva Forte, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Tabela 62). Esse risco acontece quando as probabilidades verificadas são da categoria “rara” a “muito frequentemente” e a potencialidade da severidade dos impactos alcançam notas que vão do grau “moderado” ao “severo”.

De forma geral, essa matriz mostra que as infraestruturas que operam cargas de celulose estão vulneráveis a situações de colapso estrutural, entupimento de drenos, quebra de equipamentos e despavimentação de vias terrestres. Esses impactos estão associados a aumento dos custos de operação, manutenção e reparo não programados, com riscos financeiros e estruturais.

Quanto aos períodos temporais e cenários de emissões, os valores de risco são estáveis, variando apenas para a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Isso acontece quando a severidade alcança nota “severa” e a probabilidade deixa de ser baixa para se tornar “média” a partir de 2041 e sob a perspectiva de um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5).

Assim como nas matrizes de risco estrutural de grânéis sólidos e líquidos, é importante ressaltar que embora a Chuva Persistente ocorra com a mais alta probabilidade no porto, não existem interações de risco entre essa ameaça e as infraestruturas listadas no estudo.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores determinantes e as consequências do risco estrutural “médio”, observe a Tabela 64.

Riscos operacionais: Para a celulose, o maior risco operacional verificado é “alto”. A interação que possui esse risco envolve a ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste e a infraestrutura dos Equipamentos de Içamento (Tabela 63). Os danos desencadeados por ela são causados principalmente pela ocorrência de condições adversas de ventos intensos e direcionados desse quadrante. Nesse caso, as operações estão sujeitas à paralisação em função do risco à integridade dos trabalhadores, que não podem realizar trabalhos em altura sob essas condições.

Essas cargas também apresentam outros impactos representativos, uma vez que possuem riscos de grau “médio”. Assim como para os demais grânéis, essas interações possuem severidades que variam entre “rara” e “severa”. Em geral, os principais danos verificados estão relacionados à inibição do processamento de navios no embarque e desembarque, perda de funcionalidade de equipamentos e paralisações mais delongadas e frequentes das operações.

A Tabela 65 apresenta um resumo dos riscos operacionais de valor “médio” e “alto” com um detalhamento sobre os impactos, a probabilidade e a severidade.

Tabela 70: Risco estrutural para Celulose

AVALIAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO DO PORTO DO RIO GRANDE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Perfil de Carga: Celulose																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ID		INFRAESTRUTURA		AMEAÇAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				Chuva Forte												Chuva Persistente												Vento Forte												Vento Moderado												Vento Fraco												Vento Quadrante Sul-Sudoeste												Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Chuva acima de 10 mm:												Chuva acima de 1 mm:												Vento acima de 10m/s (36 km/h):												Vento acima de 7m/s (25,2 km/h):												Vento acima de 3m/s (10,8km/h):												Vento Quadrante Sul-Sudoeste												Inundação de 0,2m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Probabilidade												Probabilidade												Probabilidade												Probabilidade												Probabilidade												Probabilidade												Probabilidade																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID												ID											

Tabela 71: Risco operacional para Celulose[illegible]

Tabela 72: Resumo do risco estrutural para Celulose

Infraestrutura	Risco	Linha de Base	RISCO ESTRUTURAL – CELULOSE						Comentários
			2021-2040 SSP2	2021-2040 SSP5	2041-2060 SSP2	2041-2060 SSP5	2081-2100 SSP2	2081-2100 SSP5	
Canal Interno	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: As interações entre Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste com o Canal Interno podem gerar impactos de severidade “moderada”. As probabilidades dessas ameaças climáticas acontecerem são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. O risco resultante dessas interações é “médio”. Esse risco está associado principalmente à frequência desses impactos que pode levar à desconformação geométrica do canal. Nesse caso, é necessário o monitoramento do leito do Canal Interno, com batimetria multifeixe e ADCP. Como destaque, o Vento Quadrante Sul-Sudoeste tem maior poder de interação com essa infraestrutura.
Sinalização Náutica	Médio	VFO	VFO	VFO	VFO	VFO / ANM	VFO / ANM	VFO / ANM	Vento Forte: A probabilidade de ocorrência de ventos fortes no perímetro do porto é “frequente”. Por mais que a severidade da interação entre essa ameaça e a sinalização náutica seja “moderada”, o risco dessa interação é “médio”. Assim, impactos relacionados a danos funcionais dos faróis de sinalização e balizamento devem ser considerados já que pode haver prejuízos à navegação. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações costeiras devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar podem ocasionar impactos de severidade “grave” à sinalização náutica. Uma vez que a probabilidade de ocorrência desses eventos passa a ser “rara” a partir de 2041-2060 (médio prazo), no cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), o risco da interação entre essa ameaça e a sinalização náutica torna-se “médio”. Mesmo com uma classe baixa de probabilidade, eventos de inundações têm a potencialidade de danificar a funcionalidade dos faróis de sinalização e balizamento. Em ambas as condições de eventos climáticos, faz-se necessária a vistoria pós-evento, usando-se lancha rápida e GPS com boa precisão, para verificar danos à ancoragem da boia, considerando o seu potencial arraste e modificação de posicionamento. Para sinalizações fixas, às margens do canal (placas, faróis e faróis), é necessário vistoriar possíveis danos quanto a tombamento, inundações do conjunto, torção ou danos ao sistema elétrico de emissão de sinal luminoso.
Berços	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	CF / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os impactos nos Berços devido às chuvas fortes, ventos fortes e ventos do quadrante sul-sudoeste têm o potencial de gerar danos de severidade “moderada”. Quanto à probabilidade, tanto a chuva quanto o Vento Forte possuem probabilidade “frequente” de ocorrerem. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por sua vez, “muito frequentemente”. Os riscos resultantes dessas interações são “médios”. Nos Berços, a ameaça de Chuva Forte pode acelerar a saturação dos solos e dos sistemas de drenagem, e quando associada aos esforços dos equipamentos de apoio operacional para transferência e movimentação de cargas pode aumentar possíveis fissuras no pavimento do berço ou na interface solo e água, causando deterioração das estruturas de concreto. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar podem causar danos de severidade “grave” aos Berços. Esses eventos climáticos devem acontecer de maneira mais frequente a partir do ano de 2041 em um possível cenário de altas emissões de gases de efeito estufa, quando a probabilidade passa de “quase nunca” para “rara”. Nesse momento, o risco dessa ameaça associado a infraestrutura dos Berços é “médio”. Os efeitos das inundações nos Berços são semelhantes aos de CV, VFO e VQS, com a adição da perturbação nas tensões das estruturas devido ao aumento do nível de água, causando aceleração da deterioração da vida útil e perda de estabilidade. Apresentando aumento do nível médio sem reversão para a cota original, faz-se necessária a readequação geométrica e construtiva dos dolphins e cabeços de amarração para a nova cota média do nível do mar.
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: O aumento da probabilidade de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar a partir do médio prazo (2041-2060) e cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), em conjunto com a severidade “severa” da interação entre essa ameaça e a infraestrutura dos Molhes gera um risco “médio”. Esse risco é significativo, pois danos que gerem perda dessas estruturas de proteção podem impedir condições seguras de navegação e gerar prejuízos atrelados à manutenção e a atrasos na operação. Deslocamentos de tetrápodes e matacos são as principais possibilidades de danos aos Molhes, causando perda funcional e restrição à navegação.

RISCO ESTRUTURAL – CELULOSE									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Edificações	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: Em geral, chuvas fortes em interação com Edificações podem levar a impactos de severidade “grave”. Dada a probabilidade “frequente” dessa ameaça climática acontecer no porto, o risco verificado para essa interação foi “médio”. Os impactos mais relevantes e capazes de ocorrerem são o entupimento dos drenos das calhas de telhados, colapso do sistema de drenagem, deterioração de pintura externa da edificação, aumento de infiltrações e em condições mais extremas, na ocorrência de inundações no entorno da edificação, surgimento de patologias no sistema de cobertura e fechamento em alvenaria. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência de ventos fortes é “frequente”, enquanto Vento Quadrante Sul-Sudoeste é “muito frequente”. A severidade dos impactos dessas ameaças às infraestruturas de Edificações é “moderada”. Sendo assim, o risco resultante é “médio”. Em geral, esse risco está associado ao colapso das coberturas e telhados dos prédios administrativos, por empuxo; quebra de vidros de janelas; quedas de árvores e de câmeras de vigilância; e danos a placas indicativas, a guaritas e cancelas.
Empilhadeiras	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: No geral, a probabilidade de ocorrência de chuvas fortes é “frequente” e a severidade de impactos dessa ameaça em Empilhadeiras é “moderada”. Como produto da probabilidade e severidade, o risco verificado é “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. O risco está associado à possibilidade de inundações repentinas devido a Chuva Forte que podem atingir repentinamente veículos de apoio em solo, sem a possibilidade de desmobilização, causando danos aos seus sistemas mecânico, elétrico e hidráulico.
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	Chuva Forte: A ameaça de Chuvas Forte tem o potencial de gerar impactos estruturais de severidade “moderada” aos acessos viários. Como a probabilidade de ocorrência dessa ameaça no porto é “frequente”, o risco verificado é “médio”. Chuvas fortes podem levar a queda de árvores, erosão do terreno e patologias nas vias, gerando custos de reparo e atraso no processamento das cargas.
Infraestruturas de Armazenamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A severidade de potenciais danos causados por chuvas fortes sobre as infraestruturas de armazenamento é “grave”. O risco resultante é “médio” em todos os horizontes e cenários de emissão. As infraestruturas expostas a essas chuvas fortes necessitam mais manutenções preventivas para perpetuação da vida útil da estrutura dos armazéns, com a lavagem, pintura externa com tinta hidrofugante, limpeza dos sistemas de drenagem nos arredores. Em condições críticas com a perpetuação de pontos de inundações, pode haver redução da vida útil do armazém, com depreciação acelerada das estruturas e fundações (blocos, sapatas ou radiers) ou algum recalque diferencial. A implementação de sistemas de monitoramento hidrometereológicos pode auxiliar na gestão de inspeções e reparos. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando associadas às infraestruturas de armazenamento, as ameaças podem causar danos de severidade “moderada”. O risco resultante é “médio” e está relacionado a danos físicos aos galpões e armazéns, ocasionando destelhamentos, avarias nas estruturas de fechamento e aberturas de ventilações que podem gerar custos de manutenção ou substituição de equipamentos.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A probabilidade de ocorrência de chuvas fortes no porto é “frequente”. e a severidade dos impactos dessas ameaças nos Equipamentos de Içamento é “moderada”. Como resultado, o risco é “médio”. Isso significa que as chuvas fortes demandarão maior número de vistorias dos compartimentos mecânicos e elétricos quanto a infiltrações e ainda demandarão lubrificações de componentes rolantes/rodízios e juntas e demais componentes que percam graxas e lubrificantes com a água. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Ventos fortes têm probabilidade de ocorrer “frequentemente” no porto. O Vento Quadrante Sul-Sudoeste, por outro lado, “muito frequentemente”. Essas ameaças têm potencial de impactos nos Equipamentos de Içamento de severidade “moderada”. Os riscos resultantes das interações são “médios”. Os ventos podem acarretar risco de choques entre embarcações ou veículos em solo ou impactos de objetos levados pelo vento com algum dano físico ao equipamento. São demandadas inspeções, vistorias e manutenção preventiva não programada nos guindastes e nos elementos estruturais dos Equipamentos de Içamento, gerando custos demasiados com troca de peças e componentes.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

Tabela 73: Resumo do risco operacional para Celulose

Infraestrutura	Risco	Linha de Base	RISCO OPERACIONAL – CELULOSE						Comentários
			2021-2040 SSP2	2021-2040 SSP5	2041-2060 SSP2	2041-2060 SSP5	2081-2100 SSP2	2081-2100 SSP5	
Canal Externo	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos do quadrante sul-sudoeste apresentam probabilidade “muito frequente” de ocorrer no porto. Os ventos fortes, por sua vez, probabilidade “frequente”. De forma geral, impactos causados por essas ameaças podem gerar danos de grau de severidade “moderada”. Como resultado, os riscos associados são “médios”. Os impactos que os ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste causam às operações no Canal Externo estão relacionadas a falta de condições seguras de navegação, promovendo paralisações e, por consequência, prejuízos financeiros. A melhoria do monitoramento hidrometeorológico pode ajudar no planejamento do porto nessas ocasiões.
Canal Interno	Médio	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	CF / VFO / VQS	Chuva Forte: A probabilidade de ocorrências das chuvas fortes é “frequentemente” e os seus impactos no Canal Interno são de severidade “moderada”. O risco resultante é “médio” e está associado às condições de navegabilidade que podem ser prejudicadas pela visibilidade e força das ondas, potencializando perigos às embarcações e suas cargas, demandando assim a paralisação do canal. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os riscos atribuídos a ventos fortes e do quadrante sul-sudoeste são “médios”. Esse valor de risco está associado a probabilidade “frequente” para o primeiro e “muito frequente” para o segundo. A severidade dos impactos sobre a infraestrutura possui grau “moderado”. O risco causa paralisações e custos adicionais de operação devido à vulnerabilidade das embarcações e à insegurança do transporte marítimo no Canal Interno sob essas condições de ventos, acarretando assim a paralisação do canal e o fechamento da barra. Atrasos e custos de sobre-estadia são os impactos operacionais mais relevantes.
Bacia de Evolução	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Ambas as ameaças têm a capacidade de interagir com a Bacia de Evolução de forma a gerar danos de grau de severidade “moderado”. A probabilidade de ventos fortes acontecerem é “frequentemente”, enquanto os ventos de quadrante sul-sudoeste podem ocorrer “muito frequentemente”. O risco resultante é “médio” e pode levar à interrupção das manobras. A falta de manutenção da bacia pode levar a danos operacionais, tais como a obrigação da redução do fator de estiva dos navios, a redução operacional do LOA e o risco de encalhe das embarcações que venham a manobrar na Bacia de Evolução.
Berços	Médio	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS	CF / CP / VFO / VQS / ANM	CF / CP / VFO / VQS / ANM	CF / CP / VFO / VQS / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Chuva Forte e Chuva Persistente são “frequentemente” e “muito frequentemente”. Quando se verifica as interações dessas ameaças com Berços, os danos potenciais possuem severidade “moderada”. Com isso, o risco associado é “médio”, o qual está relacionado à redução da segurança de realização de manobras de atracação nos Berços devido à falta de visibilidade e/ou maré agitada, impossibilitando as manobras de estaiamento, partida de embarcações, trabalho de operários em altura e içamento de carga. Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Os ventos fortes e os ventos do quadrante sul-sudoeste podem interagir com os Berços de maneira com que os danos verificados apresentem severidade “moderada”. Em geral, a probabilidade de o Vento Forte acontecer é “frequentemente”, enquanto do Vento Quadrante Sul-Sudoeste, “muito frequentemente”. O risco resultante das interações é “médio”. Similarmente a CF e CP, os VQS e VF geram impactos operacionais devido à impossibilidade de atracação/desatracação, estaiamento de cabos, trabalhos em altura e içamento de carga. Durante o evento, pode ocorrer folga de estaiamentos, sendo necessárias a vistoria e a execução do tensionamento dos cabos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de ocorrência de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar é “rara” a partir do período de médio prazo (2041-2060) no cenário de altas emissões de gases GEE (SSP5). Em conjunto com uma severidade “grave” na interação entre as inundações e Berços, o risco é “médio”. Esse risco relaciona-se à inundação das áreas do lado terra do berço, comprometendo a ação laboral dos operadores quanto a amarração nos cabos e a conexão dos mangotes nas embarcações, acarretando atrasos e aumento de custos.

RISCO OPERACIONAL – CELULOSE									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Molhes	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A partir do cenário SSP5 de emissões de gases GEE do ano de 2041, a probabilidade de ocorrência das inundações devido ao aumento de 0,2 m do nível do mar é “rara”. Apesar disso, impactos entre essa ameaça e os Molhes podem atingir uma severidade “grave”. Com isso, o risco resultante é “médio”. Operacionalmente, inundações podem acarretar a perda funcional dos Molhes (proteção), causando paralisação da barra, tanto para entrada e saída, gerando custos de sobre-estadia das embarcações nos fundeadouros e Berços. Os danos físicos à infraestrutura dos Molhes, demandarão serviço civil e de engenharia portuária, cuja execução, por condições de segurança, poderá acontecer em menores janelas de entrada e saída da barra, impondo custos operacionais devido a atrasos.
Edificações	Médio	-	-	-	-	ANM	ANM	ANM	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: As Edificações podem sofrer impactos de severidade “grave” quando associados a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Apesar da probabilidade dessa ameaça acontecer em seu maior nível ser “rara” a partir de 2041 em um cenário de altas emissões de GEE, o risco dessa interação com Edificações é “médio” e pode gerar inundações às áreas internas das Edificações, inibindo a continuidade do trabalho por técnicos, Impossibilidade de acesso de colaboradores, inundações do andar térreo, riscos de acidentes laborais e interrupção de atividades laborais em escritório e em edificações operacionais.
Infraestrutura de Armazenamento	Médio	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade dessa ameaça acontecer para todos os períodos e cenários é “muito frequentemente”. O seu impacto pode gerar danos de severidade “moderada”. O risco resultante é “médio” e representa a capacidade dos ventos trazerem riscos à utilização das Empilhadeiras por técnicos e, consequentemente, gerar paralisação das operações de empilhamento. A vulnerabilidade e a possibilidade de acidentes de trabalho na área da Infraestrutura de Armazenamento são significativas. Os danos a infraestrutura, tal como o arranque de telhas e telhados podem danificar os fardos de celulose, devido a vulnerabilidade da carga quanto a água de chuvas, causando custos operacionais com perda de carga ou com o seu cobrimento temporário.
Equipamentos de Içamento	Médio	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	CF / CP / ANM	Chuva Forte e Chuva Persistente: O risco “médio” relacionado às chuvas fortes é uma função da probabilidade “frequente” e da possibilidade de causarem danos de severidade “moderada” aos Equipamentos de Içamento. As chuvas persistentes possuem uma probabilidade “muito frequente” de acontecerem, porém, apresentam mesmo grau de severidade que as chuvas fortes. Por isso, o risco verificado nessa interação também é “médio”. Esse risco resultado está associado a paralisação operacional dos guindastes decorrentes do fechamento do porão dos navios devido à precipitação, uma vez que a celulose possui alta sensibilidade a condições de alta umidade. Esses fatores podem gerar custos de paralisação ao operador. O monitoramento hidrometeorológico dedicado pode prover informações mais assertivas ao operador.
	Alto	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	VQS	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar podem afetar a segurança de operação dos Equipamentos de Içamento. Como a severidade da interação entre a ameaça e os equipamentos é “moderada”, espera-se que eventos de inundações levem a prejuízos financeiros associados à inibição do processamento de navios no embarque e desembarque e à perda da integridade da celulose.
Empilhadeiras	Médio	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	VFO / VQS	Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste: A probabilidade de ocorrência das ameaças de Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste são, respectivamente, “frequentemente” e “muito frequentemente”. As Empilhadeiras podem sofrer danos de severidade “moderada” devido a esses ventos. O risco resultante é “médio” e representa a capacidade dos ventos trazerem riscos à utilização das Empilhadeiras por técnicos e, consequentemente, paralisarem as operações de empilhamento.

RISCO OPERACIONAL – CELULOSE									
Infraestrutura	Risco	Linha de Base	2021-2040		2041-2060		2081-2100		Comentários
			SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	SSP2	SSP5	
Acesso Viário	Médio	CF	CF	CF	CF	CF / ANM	CF / ANM	CF / ANM	Chuva Forte: A probabilidade ocorrência das chuvas fortes é “frequente” e severidade de impactos potenciais no Acesso Viário é “moderada”. O produto dessas duas variáveis gera um risco “médio”, o qual está relacionado à paralisação do deslocamento nas vias em caso de obstrução de passagem devido a chuvas fortes. Em casos de alagamentos, o Acesso Viário também pode ser impedido de exercer sua função. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: Com uma probabilidade “rara” surgindo a partir de meados do século (2041 – 2060) em um cenário de alta emissão de gases de efeito estufa (SSP5), a severidade de impactos por inundações no Acesso Viário pode ser “moderada”. O risco associado é “médio”. e relaciona-se à possibilidade de inundação do acesso, impossibilitando o deslocamento pelas vias e, portanto, dos funcionários a algumas áreas de operação do porto, gerando, assim, paralisações com prejuízos financeiros devido a atrasos no processamento de cargas.

Legenda: CF – Chuva Forte, CP – Chuva Persistente, VFO – Vento Forte, VM – Vento Moderado, VFR – Vento Fraco, VQS – Vento Quadrante Sul-Sudoeste, ANM – Inundações devido ao Aumento de 0,2m do Nível do Mar

4.5 Identificação e Proposição de Medidas de Adaptação

A Tabela 74 representa as medidas desenvolvidas e recebidas pelos atores-chave do Porto de Rio Grande. As células com fonte na cor verde são elementos adicionados ou complementados pela equipe consultora. As MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO nas células de cor verde são aquelas destacadas por serem de não arrependimento.

Tabela 74: Ficha Medidas de Adaptação para o Porto do Rio Grande

RISCO	AMEAÇA	INFRAESTRUTURA	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO	TIPO DE MEDIDA	CUSTO (Baixo, Médio ou Alto)	BENEFÍCIOS (Baixo, Médio ou Alto)	PRAZO DE EXECUÇÃO (Curto, Médio ou Longo)	COMPLEXIDADE (Baixa, Média ou Alta)	URGENCIA (Baixa, Média ou Alta)	RESPONSÁVEIS	OUTROS ATORES-CHAVE	ANÁLISE CRÍTICA DA EQUIPE CONSULTORA
Alto	Vento Sul Sudoeste	Transportador contínuo	Adequação das estruturas para os novos padrões climáticos	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Alta	Média	Terminais / Porto RS		Realização de inspeção, revisão de projetos, avaliação <i>as built</i> e laudo técnico das estruturas, fundação, suporte e cobertura (quando o caso) para estimar a resistência limite das mesmas para a ação dos ventos. Para as estruturas incompatíveis ou com perda de resistência por deterioração, realizar projeto de adequação, reforço estrutural ou construção de nova estrutura de sustentação de transportadores contínuos. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Automatização das tarefas logísticas	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Baixa	Terminais / Porto RS		Definição de repositório de dados logísticos possível de ser compartilhado com a Autoridade Portuária e ANTAQ. Trata-se de dados de cadência de transferência entre sistemas de armazenagem, embarcações e veículos terrestres. Pode garantir maior eficiência das operações.
			Realização de avaliações de operacionalidade	Gerencial	Baixo	Alto	Médio	Baixa	Baixa	Terminais / Porto RS		Protocolo de ações após evento climático, em conjunto com a gerência operacional e de Segurança e Medicina do Trabalho para avaliação e liberação da infraestrutura, equipamentos e operação. Operadores têm flexibilidade na execução em função da especificidade de cada carga operada.
			Adoção de boas práticas de trabalho	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Baixa	Terminais / Porto RS		Execução pela equipe de Gestão Operacional e de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. É uma medida de “não arrependimento”, pois pode garantir a prestação do serviço mesmo sob diferentes condições adversas. Pode ajudar a garantir também a segurança da operação.
Alto	Vento Sul Sudoeste	Equipamentos de Içamento	Instalação de um sistema padrão de alarme e comunicação eficiente integrando todos os operadores que incluam eventos climáticos também	Estrutural	Alto	Média	Curto	Média		Porto RS		Integrado com o sistema de meteorologia, hidráulica marítima, histórico de eventos e modelo de previsão de eventos extremos. Esta medida pode garantir maior eficiência da operação, reduzindo tempo de estadia ou aproveitando-se de momentos em que não haja condições climáticas adversas. Adicionalmente, garante maior segurança aos operadores e um planejamento adequado.
			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores	Gerencial	A base desse programa deve ser ancorada em um sistema de apoio à tomada de decisão constituído de sistema computacional e base de dados, que com método científico e validação estatística proverão a formação da informação. Essas bases e projeções devem ser realizadas na escala geográfica do porto e da área de acesso e com obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marítima na mesma densidade das estações meteorológicas. Assim, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem, sendo guardadas para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderão ser centralizadas, porém é mandatório a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoramento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio maior será a integridade dos dados. A implantação sistêmica de projeções serve para melhorar o planejamento operacional e ter um Sistema de Tomada de Decisão para mitigação de eventos críticos. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de “não arrependimento”.
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Baixa			Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Monitoramento automático de ventos nos <i>shiploaders</i>	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Média	Alta	Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Anemômetros e sensores com registro de dados no sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Trata-se de uma medida que pode garantir a regularidade da operação e a segurança dos colaboradores. Os dados também podem dar suporte a elementos de planejamento futuro.

			Redução da altura de empilhamento dos containers	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Ação a ser executada pelo operador portuário, baseado em dados de monitoramento meteorológico inseridos no sistema de apoio à tomada de decisão.
			Contratação de seguros específicos	Gerencial	Baixo	Média	Curto	Baixa	Média	Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários		Fundamental haver treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Estabelecimento de linha de orçamento para contingências de impactos climáticos	Gerencial	Médio / Alto	Alto	Curto	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Consultar se há base jurídica, com legislação ou norma de regulamentação. A medida pode garantir menores perdas econômicas em caso de eventos climáticos ou de rápida manutenção para que a operação não seja paralisada por vários dias.
			Operação remota dos equipamentos	Gerencial	Alto	Alto	Longo	Alta	Média			Verificar os limites técnicos do equipamento frente a integridade física e operacional.
Médio	Chuva Forte	Acesso Viário	Aprimoramento do sistema de drenagem viário	Estrutural	Médio	Médio	Longo	Médio	Baixa	Portos RS/ Terminais		Recomenda-se utilização de equações atualizadas de chuvas no complexo portuário, com simulações de tempos de recorrência menores para balizar a drenagem de pavimentos. Esta medida pode reduzir a pressão da ameaça climática, garantindo o escoamento adequado da água. É preciso avaliar a viabilidade técnica e financeira dessa medida, buscando evitar desapropriações.
			Revisão dos projetos do sistema de drenagem (caixas de passagem, canaletas, calhas)	Gerencial	Médio	Médio	Médio	Baixa	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Recomenda-se a melhoria geométrica dos dispositivos, com declividades mais eficientes para os drenos e aumento das dimensões de bocas de lobo e caixas de passagem. Conforme aspectos de tráfego e geotecnia do local, estudar a necessidade de drenos profundos e drenos de pavimento. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações nos berços.
			Uso de sistema padrão de alarme e comunicação eficiente entre os operadores	Estrutural	Alto	Médio	Curto	Média	Média	Porto RS		Integrado com o sistema de meteorologia, hidráulica marítima, histórico de eventos e modelo de previsão de eventos extremos. Esta medida pode garantir maior eficiência da operação, reduzindo tempo de estadia ou aproveitando-se de momentos em que não haja condições climáticas adversas. Adicionalmente, garante maior segurança aos operadores. É uma medida de "não arrependimento".
			Diversificação das ligações terrestres para o porto / terminais	Estrutural	Médio	Médio	Longo	Média	Média	Porto RS		Melhoria na capacidade de tráfego e na infraestrutura de suporte de pavimentos. Sugere-se aqui a construção de intersecções viárias em desnível, no formato de viadutos ou trincheiras para otimizar os movimentos de acesso e fluidez do tráfego de caminhões, nos seguintes locais: (a) BR-392 e Rua Val Porto (Refinaria de Petróleo Rio Grandense e Bairro Vila Santa Tereza); (b) BR-392, no acesso para Fertilizantes Yara, Heringer e Piratini; (c) BR-392 e Av. Antônio João Bianchini (acesso a Bianchini e Mosaic Fertilizantes); (d) BR-392 e Av. Alm. Maximiliano da Fonseca (acesso a Tegrassa); (e) Av. Alm. Maximiliano da Fonseca e Rua Prof. Guilherme Enrique Dawson (acesso Wilson Sons TECN e expansão retroportuária). Recomenda-se para a região da poligonal do Superporto a duplicação da BR-392 entre Estação da Rumo / Posto Buffon 04 e a Ponte dos Franceses. Execução de pavimento rígido e melhoria da drenagem para os trechos de acesso ao Porto Novo: (a) Av. Honório Bicalho até a Av. Pedro II; e (b) R. Eng. Heitor Amaro Barcelos, entre a R. Ver. Dr. Nilo Corrêa Fonseca a Av. Honório Bicalho.
			Fornecimento de planos de emergência aos condutores	Gerencial	Baixo	Alto	Médio	Baixa	Média	Porto RS		Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. É uma medida de "não arrependimento", pois pode ajudar a preparar condutores e garantir a prestação do serviço mesmo sob diferentes condições adversas. Pode ajudar a garantir também a segurança da operação.
Médio	Chuva Forte	Equipamentos de içamento	Alterações no Procedimento operacional	Gerencial	Baixo	Médio	Curto	Baixa	Média	Terminais		Os protocolos e procedimentos operacionais para operação em chuva forte podem ser revistos almejando tanto o aumento da segurança operacional quanto a possibilidade de reduzir a necessidade de paralisações, aumento eficiência.
			Manutenção preventiva de equipamentos	Estrutural	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Terminais		Protocolo de ações de vistoria pós-evento climático. Essa medida garante regularidade das operações na medida em que previne paralisações. Deve ser realizada independente de ocorrência de eventos extremos.

			Modernização / ampliação da drenagem	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Média	Terminais / Porto RS	Órgão Ambiental (licenciamento)	Recomenda-se utilização de equações atualizadas de chuvas para o complexo portuário, com simulações de tempos de recorrência menores para balizar a drenagem de pavimentos. Recomenda-se a melhoria geométrica dos dispositivos, com declividades mais eficientes para os drenos e aumento das dimensões de bocas de lobo e caixas de passagem. Esta medida pode reduzir a pressão da ameaça climática, garantindo o escoamento adequado da água. É preciso avaliar a viabilidade técnica e financeira dessa medida, buscando evitar desapropriações.
			Adequação das calhas existentes nas estruturas	Estrutural	Baixo	Baixa	Curto	Baixa	Média	Terminais		Todo cálculo hidrológico deverá conter calibração de equação de chuvas considerando os cenários climáticos futuros. Também se sugere o dimensionamento hidráulico dos componentes com base na vazão crítica. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Instalação de calhas	Estrutural	Baixo	Baixa	Curto	Baixa	Média	Terminais		A instalação das calhas reduz a pressão da chuva, direcionando a água que cai para áreas de escoamento ou para o sistema de drenagem. Isso faz com que se evite empocamento de água ou alagamento de alguma área.
			Implementação de um banco de dados dos impactos relacionados com mudanças climáticas	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		É ação preliminar para permitir um real diagnóstico do impacto de eventos climáticos na operação e infraestrutura. Serve para gerar série temporal dos eventos e apoiar a tomada de decisão. Deve contemplar as características operacionais e de infraestrutura existentes com os distintos perfis de cargas operados no complexo portuário impactados pelos eventos climáticos. Possui baixo custo de implantação, mas demanda empenho entre outorgante e outorgado para gerar a cultura do preenchimento e declaração dos eventos. Se possível, deve-se integrar sistemas existentes de telemetria, gestão e comunicação para alimentar automaticamente o sistema (coleta automatizada). Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento", pois pode auxiliar no desenvolvimento de informações úteis à avaliação de riscos climáticos.
			Inclusão de medidas de adaptação a mudanças climáticas no orçamento	Gerencial	Médio / Alto	Alto	Curto	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico contra mudanças do clima	Gerencial	Médio / Alto	Alto	Médio	Alto	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		A base desse programa deve ser ancorada em um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Implementação de um sistema de alerta para eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão. Medida voltada à segurança operacional e de "não arrependimento".

			Revisão dos projetos do sistema de drenagem (caixas de passagem, canaletas, calhas)	Gerencial	Médio	Média	Médio	Baixa	Média	Porto RS/ Terminais		Todo cálculo hidrológico deverá conter calibração de equação de chuvas considerando os cenários climáticos futuros. Também se sugere o dimensionamento hidráulico dos componentes com base na vazão crítica. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Elaboração de um plano de manutenção preventiva do sistema de drenagem	Gerencial	Baixo	Média	Curto	Baixa	Média	Porto RS/ Terminais		Necessário para manter a funcionalidade do dispositivo de drenagem, devendo prever: limpeza, retirada de lixo e desobstrução de bueiros, sarjetas e bocas de lobo e capina e retirada de vegetação que venha a nascer entre as emendas das sarjetas e valetas em concreto. Esta medida poderá reduzir a pressão da ameaça, garantindo o escoamento da água de forma eficiente. É uma medida de baixo custo que inibe alagamentos que poderiam impedir ou reduzir a operação.
			Elaboração de um plano de manutenção corretiva	Gerencial	Baixo	Média	Curto	Baixa	Média	Porto RS/ Terminais		O plano deverá ser incluído na rotina operacional da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida garante regularidade das operações na medida em que previne paralisações. Deve ser realizada independente de ocorrência de eventos extremos.
			Realização de avaliações de operabilidade	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Média	Média	Terminais		Protocolo de ações após evento climático, em conjunto com a gerência operacional e de Segurança e Medicina do Trabalho para avaliação e liberação da infraestrutura, equipamentos e operação. Operadores tem flexibilidade da execução decorrente da especificidade de cada carga operada.
Médio	Chuva Forte	Edificações	Adequação das calhas existentes nas estruturas	Estrutural	Baixo	Baixa	Longo	Baixa	Média	Terminais		Todo cálculo hidrológico deverá conter calibração de equação de chuvas considerando os cenários climáticos futuros. Também se sugere o dimensionamento hidráulico dos componentes com base na vazão crítica. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Instalação de calhas	Estrutural	Baixo	Baixa	Longo	Baixa	Média	Terminais		A instalação das calhas reduz a pressão da chuva, direcionando a água que cai para áreas de escoamento ou para o sistema de drenagem. Isso faz com que se evite empocamento de água ou alagamento de alguma área.
			Modernização e ampliação da drenagem	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Alta	Baixa	Porto RS/ Terminais (dependendo do local da obra)	Órgão Ambiental (licenciamento); MINERA	Adequação geométrica de caixas de passagem, de dimensões e declividades de galerias pluviais internas e conexões com cisternas, rede pluvial principal ou desagüe no mar. Esta medida pode reduzir a pressão da ameaça climática, garantindo o escoamento adequado da água.
			Instalação de um sistema de captação de água de chuva	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Baixa	Baixa	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)	Órgão Ambiental (licenciamento); MINFRA	A água pluvial captada por sistemas de cisternas poderá ser utilizada para irrigação de jardins, descargas em banheiros e para limpeza e manutenção de equipamentos. Evita também o sobrecarregamento do sistema de drenagem ou saturação do solo de baixa drenagem (solo litorâneo). Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Revisão dos projetos do sistema de drenagem (caixas de passagem, canaletas, calhas)	Gerencial	Médio	Médio	Médio	Baixa	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)	Órgão Ambiental (licenciamento); MINFRA	Todo cálculo hidrológico deverá conter calibração de equação de chuvas considerando os cenários climáticos futuros. Também se sugere o dimensionamento hidráulico dos componentes com base na vazão crítica. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Média	Autoridade Portuária		Ação para execução e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores.
			Implementação de um sistema de alerta para eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Média	Alta	Autoridade Portuária		Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão. Medida voltada à segurança operacional e de "não arrependimento".
			Adequação do armazenamento das cargas sensíveis a tempestade	Estrutural	Médio	Alto	Curto	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores		Segmentar em dois grupos: (a) paliativo sem intervenções de obras de custos elevados, porém ainda sensível à ocorrência dos eventos mais intensos; e (b) com maior intervenção financeira e tomada de decisão mais robusta.
			Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva do sistema de drenagem	Gerencial	Baixo	Média	Curto	Baixa		Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Inclusão na rotina operacional da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida poderá reduzir a pressão da ameaça, na medida em que poderia garantir o escoamento da água de forma eficiente. É uma medida de baixo custo que garante que não haja alagamentos que possam impedir ou reduzir o ritmo da operação.
			Desenvolvimento de um plano de manutenção corretiva	Gerencial	Baixo	Média	Curto	Baixa		Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)		Inclusão na rotina operacional da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida garante regularidade das operações na medida em que previne paralisações. Deve ser realizada independente de ocorrência de eventos extremos.

Médio	Chuva forte	Infraestrutura de armazenamento	Adaptação da estrutura às mudanças climáticas	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Média	Baixa	Terminais	A adaptação demanda diagnosticar os atuais impactos na operação e infraestrutura, realizar previsões constantes para mitigar os impactos na operação e infraestrutura, planejar, projetar e construir proteções e adaptações para as mudanças climáticas. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Adicionalmente, todos os elementos de infraestruturas de armazenamento, sejam os telhados, calhas ou outros, seriam beneficiados por uma adequação para chuvas mais intensas.
			Desenvolvimento de um plano de manutenção das estruturas	Gerencial	Médio	Alto	Logo Prazo	Média	Longo/ Urgência Média	Porto RS/ Terminais	É uma medida interessante para a conservação dos ativos portuários e a sua execução garante a sobrevida da infraestrutura, dentro de limites de segurança de projeto. Trata-se de uma medida que pode garantir a regularidade da operação e a segurança dos colaboradores.
			Inclusão de medidas de adaptação a mudanças climáticas ao orçamento	Gerencial	Médio / Alto	Alto	Curto	Média	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Instalação de calhas	Estrutural	Baixo	Baixa	Curto	Baixa	Média	Terminais	A instalação de calhas reduz a pressão da chuva, direcionando a água que cai para áreas de escoamento ou para o sistema de drenagem. Isso faz com que se evite empocamento de água ou alagamento de alguma área.
			Instalação de um sistema de captação de água de chuva	Estrutural	Alto	Médio	Médio	Baixa	Baixa	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários (depende do local da obra)	A água pluvial captada por sistemas de cisternas poderá ser utilizada para irrigação de jardins, descargas em banheiros e para limpeza e manutenção de equipamentos. Evita também o sobrecarregamento do sistema de drenagem ou saturação do solo de baixa drenagem (solo litorâneo). Esta medida poderá reduzir a pressão da ameaça, na medida em que poderia garantir o correto escoamento da água, direcionando-a ao sistema de captação e, assim, evitando a sobrecarga do sistema de drenagem.
Médio	Chuva Forte	Transportador Contínuo	Revisão e manutenção da estrutura de cobertura	Estrutural	Baixo	Médio	Curto	Baixa	Baixa	Terminais	Deve-se verificar pontos de infiltração, ausência de chapas de telhas, revisão da fixação de telhas e pontos sensíveis para entrada de ventos. Independente dos eventos climáticos críticos, essa atividade constitui boa prática à conservação do ativo.
			Reforma da infraestrutura ou equipamentos vulneráveis a inundações	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Média	Baixa	Terminais / Porto RS	Pontos sensíveis a infiltrações e inundações pluviais, tais como motores, componentes elétricos, válvulas de alívio de pressão, registros, manômetros e a própria linha do transportador contínuo (esteira transportadora, elevador de canecos, rosca sem fim, tubulações) devem ser isolados, protegidos ou elevados em relação ao nível das inundações pluviais a fim de se proteger os ativos do operador e prover ambiente laboral seguro.
			Adequação das estruturas para os novos padrões climáticos	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Alta	Média	Terminais / Porto RS	Estruturas de base em concreto armado, instaladas com a função de suporte ou fundação estrutural para linhas de tubulações ou treliças que sustentam linhas de transportadores contínuos, que percam função operacional e estrutural decorrentes a inundações pluviais recorrentes a chuvas, devem ser geometricamente dimensionadas ou reposicionadas em cotas mais elevadas. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação.

Médio	Vento Forte e Vento Sul Sudoeste	Equipamentos de içamento	Alterações no Procedimento operacional	Gerencial	Baixo	Médio	Curto	Baixa	Média	Terminais / Porto RS	Os protocolos e procedimentos operacionais para operação em chuva forte podem ser revistos almejando tanto o aumento da segurança operacional quanto a possibilidade de reduzir a necessidade de paralisações, aumento eficiência.
			Análise de risco operacional	Gerencial	Baixo	Médio	Curto	Baixa	Média	Terminais / Porto RS	Integrado com o sistema de meteorologia, hidráulica marítima, histórico de eventos e modelo de previsão de eventos extremos. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação.
			Monitoramento climático / Implementação de sistema de previsão da velocidade do vento	Gerencial	Baixo	Médio	Curto	Baixa	Média	Terminais / Porto RS	Estações meteorológicas possuindo anemômetros com quantidade necessária para prover avaliações estatísticas na escala de microclima. Deve mensurar dados de diferentes áreas do complexo portuário, tal como canal externo/molhes, canal interno Superporto, canal interno Porto Novo, canal interno saída Lagoa dos Patos / Porto de Pelotas. Equipamento deverá ser autossuficiente (baterias e placas solares), automatizado (sem demanda de operador para leitura) e transferência de dados com telemetria online (celular, rádio e RFID). Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Média	Terminais / Porto RS	Fundamental haver treinamentos da equipe Gestão de Riscos e de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Molhes	Estabelecimento de parcerias com estações meteorológicas locais	Gerencial	Médio	Médio	Curto	Baixa	Baixa	Terminais / Porto RS	Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Realização de avaliações de operacionalidade	Gerencial	Baixo	Alto	Médio	Baixa	Baixa	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Protocolo de ações pós-evento climático, em conjunto com a gerência operacional e equipe de Segurança e Medicina do Trabalho para avaliação e liberação da infraestrutura, equipamentos e operação. Operadores têm flexibilidade na execução em função da especificidade de cada carga operada.
			Registro de impactos relacionado às ameaças climáticas (datas, consequências ou custos)	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Média	Média	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Conforme sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Atualização diretrizes de projetos de engenharia para atender os novos padrões climático	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Alta	Baixa	Terminais / Porto RS	Projeto da nova seção transversal do corpo do molhe, considerando borda livre de crista, <i>swell</i> crítico, regime de altura de ondas e ventos de projeto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações. É uma medida de "não arrependimento".
			Uso de tetrápodes	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Baixa	Autoridade Portuária	Conforme especificação de projeto. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos. É preciso estar atento a eventual mudança das condições de maré em função do projeto.
			Recolocação de pedras	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Alta	Autoridade Portuária	Conforme especificação de projeto. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos. É preciso estar atento a eventual mudança das condições de maré em função do projeto.
			Reforço na altura e peso dos molhes	Estrutural	Alto	Alto	Médio/longo	Alta	Média	Autoridade Portuária	Projeto da nova seção transversal do corpo do molhe, considerando borda livre de crista, <i>swell</i> crítico, regime de altura de ondas e ventos de projeto. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.

		Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Média	Alta	Autoridade Portuária		Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Atualização das diretrizes de engenharia para atender aos novos padrões climáticos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
		Inclusão medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Alto	Alto	Médio	Média	Média	Autoridade Portuária		A inclusão dessas variáveis nos projetos de engenharia e no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Alto	Alto	Médio	Média	Média	Autoridade Portuária		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
		Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Média	Autoridade Portuária		Vinculados ao sistema de modelagem e projeção climática do porto. Demanda estações fluviométricas, anemométricas, medidores de vazão e correntometria ADCP, leitores de nível do mar, monitoramento batimétrico geostatisticamente significativos na área do porto. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Monitoramento periódico da estabilidade	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Instalação de piezômetros de medição de percolação de água nos sentidos sotavento e barlavento. Instalações de sensores de recalque e medições com topográficas de precisão submétrica. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Atualização de aspectos construtivos - levando em conta também cota de aumento do nível do mar	Gerencial	Baixo	Alto	Médio	Média	Alta	Autoridade Portuária	Praticagem - Marinha - Terminais	Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.
		Monitoramento do afundamento	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Instalação de piezômetros de medição de percolação de água nos sentidos sotavento e barlavento. Instalações de sensores de recalque e medições com topográficas de precisão submétrica. Podem fornecer informações importantes para eleição de novas medidas de adaptação. É uma medida de "não arrependimento".
		Monitoramento das correntes	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Proposta de ampliação do uso de ADCPs e outros métodos complementares para correntometria e sedimentologia. Podem fornecer informações importantes para eleição de novas medidas de adaptação. É uma medida de "não arrependimento".
		Treinamento / Capacitação dos práticos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Praticagem	Marinha	Interação entre Capitania dos Portos, Praticagem e Autoridade Portuária. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Monitoramento da estrutura	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Instalação de piezômetros de medição de percolação de água nos sentidos sotavento e barlavento. Instalações de sensores de recalque e medições com topográficas de precisão submétrica. Trata-se de uma medida que pode garantir a regularidade da operação e a segurança dos operadores. Além disso, fornecem informações importantes para atualização da Análise de Risco.

			Instalação de sistemas de VTMS mais modernos	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Uso múltiplo pela Capitania dos Portos e Praticagem. É um sistema que pode garantir maior eficiência da operação, ao mesmo tempo em que gera mais segurança para a tomada de decisão.
			Avaliações periódicas de estabilidade	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Prática de vistoria periódica executada ou contratada pela Autoridade Portuária
			Atualização de aspectos construtivos - levando em conta também cota de aumento do nível do mar	Gerencial	Baixo	Alto	Médio	Média	Alta	Autoridade Portuária	Praticagem Marinha - Terminais	Fundamentado em registros históricos contidos no Sistema de Informação para Tomada de Decisão.
			Monitoramento da estrutura	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Autoridade Portuária		Instalação de piezômetros de medição de percolação de água nos sentidos sotavento e barlavento. Instalações de sensores de recalque e medições com topográficas de precisão submétrica. Trata-se de uma medida que pode garantir a regularidade da operação e a segurança dos operadores. Além disso, fornecem informações importantes para atualização da Análise de Risco.
			Reforço na altura e peso dos molhes	Estrutural	Alto	Alto	Médio/longo	Alta	Média	Portos RS		Projeto da nova seção transversal do corpo do molhe, considerando borda livre de crista, swell crítico, regime de altura de ondas e ventos de projeto.
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Berços	Adequação das estruturas do berço ao nível do mar	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Baixa	Terminais / Porto RS		Estudo de Engenharia Portuária realizado com histórico e banco de dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto: dados estuarinos e de hidráulica marítima, ondas, marés, ventos, períodos de paralização por ressacas e inundações, e prejuízos operacionais e na infraestrutura do berço. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.
			Inclusão de projeções de aumento do nível do mar em futuras concepções de infraestruturas	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Baixa	Terminais / Porto RS		Estudo de Engenharia Portuária realizado com histórico e banco de dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto: dados estuarinos e de hidráulica marítima, ondas, marés, ventos, períodos de paralização por ressacas e inundações, e prejuízos operacionais e na infraestrutura do berço. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações
			Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS		Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários		A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação dos custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador não resolvem a ocorrência em si do evento climático. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio a tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores	Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Modificação na posição das estruturas	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Média	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elevação de cota de infraestrutura de via aterro associado a muros de arrimo, caixões ou cortinas atirantadas. Ou realizar construções de contenções, diques ou sistemas de polders
			Atualização das diretrizes de engenharia para atender aos novos padrões climáticos	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações
			Dragagem de manutenção continuada	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Inclusão de na rotina operacional da Autoridade Portuária e dos Operadores
			Adequação da estrutura do e Reforço de estruturas	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Conforme especificação de projeto.
			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação dos custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador não resolvem a ocorrência em si do evento climático. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio a tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Realização de avaliações de operacionalidade	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Protocolo de ações após evento climático, em conjunto com a gerência operacional e equipe de Segurança e Medicina do Trabalho para avaliação e liberação da infraestrutura, equipamentos e operação. Operadores tem flexibilidade da execução, decorrente da especificidade de cada carga operada.
			Paralisação de atividades durante eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Ação para execução pela equipe de Gestão Operacional e de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Fundamental haver treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adequação da estrutura do e Reforço de estruturas	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Conforme especificação de projeto.
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Sinalização Náutica	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Média	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Órgão ambiental, e demais partes interessadas. Atividade executada pela Autoridade Portuária com subsídios do histórico de dados e projeções obtidas do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. É uma medida de "não arrependimento".
			Melhoria da qualidade dos acessos ao porto / terminal	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Alta	Média	Portos RS	Melhoria geométrica, mitigação de processos sedimentares estuarinas por antropização e monitoramento contínuo de vazões por ADCP e profundidade por batimetria. Esta medida pode garantir maior eficiência da operação, ao mesmo tempo em que mantém a regularidade das operações mesmo em condições adversas.
			Implementação de VTMS	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS	Sistema acessível a Capitania dos Portos, Praticagem e Autoridade Portuária. Níveis de acesso a definir. É um sistema que pode garantir maior eficiência da operação, ao mesmo tempo em que gera mais segurança para a tomada de decisão.
			Inclusão medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Média	Alta	Portos RS	Considerando o uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Inclusão medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico contra os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS	A base desse programa deve ser um sistema de apoio a tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Implementação de plano de manutenção de boias	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS	Inclusão de na rotina operacional da Autoridade Portuária e dos Operadores.
v	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Edificações	Consideração do aumento do nível do mar nos inventários de substituição e remodelação de infraestruturas	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Média	Média	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações
			Uso de EPI exclusivo para áreas alagada	Gerencial	Baixa	Alto	Curto	Baixa	Média	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Ação para execução da equipe de Gestão Operacional e de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
			Melhoria dos sistemas de drenagem	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Baixa	Porto RS/ Terminais (dependendo do local da obra)	Órgão Ambiental (licenciamento); MINERA Aumento da vazão do sistema de drenagem, considerado aumento dos diâmetros nominais das galerias e aumento da capilaridade emissária. Esta medida poderá reduzir a pressão da interação ameaça-infraestrutura, na medida em que poderia garantir o correto escoamento da água.

		Inclusão medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS	Considerando uso dos dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
		Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores	Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
		Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
		Atualização das diretrizes de engenharia para atender aos novos padrões climáticos	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
		Alteamento das estruturas de abrigo	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Considerar uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto.
		Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima	Estrutural	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elevação de cota de infraestrutura de cais de via aterro associado a muros de arrimo, caixões ou cortinas atirantadas. As edificações administrativas poderão permanecer protegidas em conta inferior, o que representa uma solução mais ampla, porém mais cara, é realizar construções de contenções, diques ou sistemas de polders. É uma medida estrutural que busca adaptar as estruturas para eventos adversos cada vez mais extremos. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, reduzindo potenciais paralisações.
		Implementação de protocolos de evacuação	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
		Implantação do plano de gerenciamento de inundações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.

			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima	Estrutural	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores	Elevação de cota de infraestrutura de cais de via aterro associado a muros de arrimo, caixões ou cortinas atirantadas. As edificações administrativas poderão permanecer protegidas em conta inferior. Solução mais ampla, porém, mais cara, é realizar construções de contenções, diques ou sistemas de polders. É uma medida estrutural que busca adaptar as estruturas para eventos adversos cada vez mais extremos. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, uma vez que os projetos poderão incluir a inclusão de uma variável climática, reduzindo potenciais paralisações, que podem gerar custos operacionais importantes.
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Infraestrutura de Armazenamento	Proteção das cargas contra inundações	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Segmentada em duas fases: (a) curta e paliativo, com menor investimento; (b) médio a longa, com investimentos elevados. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.
			Implementação de protocolos de evacuação	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Terminais/ Operadores Portuários/ Porto RS	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
			Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima	Estrutural	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elevação de cota de infraestrutura de armazenamento com elevação de cota, via elevação de tanques ou esferas, aterro de superfície e reconstrução de armazéns ou construções de contenções, diques ou sistemas de polders. É uma medida estrutural que busca adaptar as estruturas para eventos adversos cada vez mais extremos. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, uma vez que os projetos poderão incluir a inclusão de uma variável climática, reduzindo potenciais paralisações, que podem gerar custos operacionais importantes.
			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteamento das estruturas de abrigo	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Considerando uso dos dados do sistema de apoio à tomada de decisão proposto.
			Proteção das cargas contra inundações	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Alta	Média	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Segmentada em duas fases: (a) curta e paliativa, com menor investimento; (b) média a longa, com investimentos elevados.
			Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima	Estrutural	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elevação de cota de infraestrutura de armazenamento, tanques, esferas, via aterro de superfície ou reconstrução de armazéns ou construções de contenções, diques ou sistemas de polders. É uma medida estrutural que busca adaptar as estruturas para eventos adversos cada vez mais extremos. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, uma vez que os projetos poderão incluir de uma variável climática, reduzindo potenciais paralisações, que podem gerar custos operacionais importantes.
			Implementação de protocolos de evacuação	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
			Implantação do plano de gerenciamento de inundações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Equipamentos de içamento	Revisão dos limiares críticos operacionais para equipamentos de movimentação de carga	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Parâmetro para desenvolvimento do projeto definitivo de mitigação dos danos causados pelo evento climático. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS	Considerando uso dos dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".

			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".
			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Definição / revisão de dos limites críticos operacionais	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Ação conjunta com Autoridade Portuária, Operadores, Capitania dos Portos e Praticagem.
Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Transportador contínuo	Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Alteração sujeita a viabilidade econômica e o tempo de dissipação da ressaca ou inundação (quando retornável à cota pré-inundação). Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".

Médio	Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Acesso viário	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS/ Terminais/ Operadores portuários	Órgão ambiental, e demais partes interessadas.	Considerando uso dos dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. É uma medida de “não arrependimento”.
			Diversificação das ligações terrestres para o porto / terminal	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Média	Portos RS		Melhoria na capacidade de processamento de tráfego e na infraestrutura de suporte de pavimentos. Sugere-se aqui a construção de interseções viárias em desnível, no formato de viadutos ou trincheiras para otimizar os movimentos de acesso e fluidez do tráfego de caminhões, nos respectivos locais: (a) BR-392 e Rua Val Porto (Refinaria de Petróleo Rio Grandense e Bairro Vila Santa Tereza); (b) BR-392, no acesso para Fertilizantes Yara, Heringer e Piratini; (c) BR-392 e Av. Antônio João Bianchini (acesso a Bianchini e Mosaic Fertilizantes); (d) BR-392 e Av. Alm. Maximiniano da Fonseca (acesso a Tegrasa); (e) Av. Alm. Maximiniano da Fonseca e Rua Prof. Guilherme Enrique Dawson (acesso Wilson Sons TECON e expansão retroportuária). Recomenda-se para a região da polygonal do Superporto a duplicação da BR-392 entre Estação da Rumo / Posto Buffon 04 a Ponte dos Franceses. Execução de pavimento rígido e melhoria da drenagem para os trechos de acesso ao Porto Novo: (a) Av. Honório Bicalho até a Av. Pedro II; (b) R. Eng. Heitor Amaro Barcelos, entre a R. Ver. Dr. Nilo Corrêa Fonseca a Av. Honório Bicalho
			Uso de tetrápodes	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Baixa	Portos RS		Conforme especificação de projeto. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.
			Recolocação de pedras	Estrutural	Alto	Médio	Longo	Alta	Alta	Portos RS		Conforme especificação de projeto. É uma medida de alta complexidade e que tem alto custo, o que exige que ela seja mais bem estudada para avaliar a viabilidade técnica e financeira. Em teoria pode garantir a regularidade das operações, que não seriam comprometidas por eventos climáticos adversos.
			Reforço na altura e peso dos molhes	Estrutural	Alto	Alto	Médio/longo	Alta	Média	Portos RS		Projeto da nova seção transversal do corpo do molhe, considerando borda livre de crista, swell crítico, regime de altura de ondas e ventos de projeto.
			Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Média	Alta	Portos RS		Considerando uso dos dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de “não arrependimento”.
			Atualização das diretrizes de engenharia para atender aos novos padrões climáticos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS		Considerando uso dos dados do Sistema de apoio à tomada de decisão proposto. Esta medida pode garantir a continuidade dos serviços prestados, uma vez que os projetos poderão incluir a inclusão de uma variável climática, reduzindo potenciais paralisações que podem gerar custos operacionais importantes.
			Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Alto	Alto	Médio	Média	Média	Portos RS		A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de “não arrependimento”.
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Alto	Alto	Médio	Média	Média	Portos RS		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de “não arrependimento”.

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Média	Portos RS	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão é constituída por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".	
			Treinamento / Capacitação dos práticos	Gerencial	Baixo	Alto	Curto	Baixa	Alta	Praticagem	Marinha	Interação entre Capitania dos Portos, Praticagem e Autoridade Portuária. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Monitoramento da estrutura	Gerencial	Médio	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS		Instalação de piezômetros de medição de percolação de água nos sentidos sotavento e barlavento. Instalações de sensores de recalque e medições com topográficas de precisão submétrica. Trata-se de uma medida que pode garantir a regularidade da operação e a segurança dos operadores. Além disso, fornecem informações importantes para atualização da Análise de Risco.
			Sistemas de VTMS mais modernos	Gerencial	Alto	Alto	Curto	Baixa	Alta	Portos RS		Uso múltiplo pela Capitania dos Portos e Praticagem. É um sistema que pode garantir maior eficiência da operação, ao mesmo tempo em que gera mais segurança para a tomada de decisão.
			Melhoria da qualidade dos acessos ao porto / terminal	Estrutural	Alto	Alto	Longo	Alta	Média	Portos RS		Melhoria na capacidade de tráfego e na infraestrutura de suporte de pavimentos. Sugere-se aqui a construção de interseções viárias em desnível, no formato de viadutos ou trincheiras para otimizar os movimentos de acesso e fluidez do tráfego de caminhões, nos respectivos locais: (a) BR-392 e Rua Val Porto (Refinaria de Petróleo Rio Grandense e Bairro Vila Santa Tereza); (b) BR-392, no acesso para Fertilizantes Yara, Heringer e Piratini; (c) BR-392 e Av. Antônio João Bianchini (acesso a Bianchini e Mosaic Fertilizantes) ; (d) BR-392 e Av. Alm. Maximiniano da Fonseca (acesso a Tegrasa) ; (e) Av. Alm. Maximiniano da Fonseca e Rua Prof. Guilherme Enrique Dawson (acesso Wilson Sons TECON e expansão retroportuária). Recomenda-se para a região da poligonal do Superporto a duplicação da BR-392 entre Estação da Rumo / Posto Buffon 04 a Ponte dos Franceses. Execução de pavimento rígido e melhoria da drenagem para os trechos de acesso ao Porto Novo: (a) Av. Honório Bicalho até a Av. Pedro II; (b) R. Eng. Heitor Amaro Barcelos, entre a R. Ver. Dr. Nilo Corrêa Fonseca a Av. Honório Bicalho
Médio	Chuva Forte + Ventos Sul Sudoeste + Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar	Transportador Contínuo	Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários		A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários		Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão constituído por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Alteração sujeita à viabilidade econômica e ao tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários / terceirizados	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Criação de rede compartilhada de informações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão.
			Estudo / Elaboração de mapa de rotas alternativas	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Execução por equipe da Autoridade Portuária e dos Operadores
			Diversificações de ligações terrestre	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Execução por equipe da Autoridade Portuária e dos Operadores
			Fornecimento de planos de emergências aos condutores	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores.
			Definição / revisão de limites críticos operacionais	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Ação conjunta com Autoridade Portuária, Operadores, Capitania dos Portos e Praticagem.
			Implantação do plano de gerenciamento de inundações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
Médio)	Chuva forte + 1 Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar + Vento Sul Sudoeste	Acesso Viário	Inclusão de medidas de adaptação a mudança climática no orçamento	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	A inclusão dessas variáveis no modelo de negócios demandará primeiramente o registro sistemático dos impactos operacionais contendo o evento climático, tempo de ocorrência, tipo de impacto e o custo. Faz-se necessário realizar um estudo da elasticidade dos preços devido a inclusão das variáveis climáticas na formação de custos frente a impactos na relação de Oferta e Demanda e a criação de taxas ao operador. Faz-se necessário estudar os impactos financeiros dos custos e taxas considerando o risco do fechamento da operação ou a migração do operador. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Adoção de seguro específico conta os impactos das mudanças climáticas	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Necessário verificar se há seguradora disponível e investigar quais seriam as contrapartidas do Operador e da Autoridade Portuária quanto a medidas de mitigação e adaptação a esses eventos climáticos. Esta medida deverá garantir que as perdas econômicas sejam minimizadas caso ocorra um evento climático extremo. É uma medida de "não arrependimento".

			Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	Gerencial	Médio	Alto	Médio	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Esse programa deve ser sustentado por um sistema de apoio à tomada de decisão é constituída por sistema computacional e base de dados com validação estatística. Deve-se considerar a escala geográfica do porto e da área de acesso e a obtenção de dados de microclima e dados de hidráulica marinha na mesma densidade das estações meteorológicas. Com isso, cria-se um repositório dos dados coletados e utilizados na modelagem que poderão ser usados para refino do modelo e melhores análises de séries temporais. A avaliação dos dados e análise poderá ser centralizada, porém é mandatória a minimização da variabilidade espacial. Quanto maior a aplicação de telemetria e sensoriamento remoto e transmissão de dados online/RFID/rede sem fio, maior será a integridade dos dados. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Alteração sujeita a viabilidade econômica e o tempo de ocorrência do evento. Medida voltada à segurança operacional.
			Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários / terceirizados	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Esta medida deverá garantir o correto planejamento das atividades futuras do Porto, que pode se traduzir na continuidade dos serviços prestados com atenção à segurança da operação. É uma medida de "não arrependimento".
			Criar rede compartilhada de informações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Média	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão. Esta medida é de "não arrependimento". Tem custo Baixa e pode ajudar no compartilhamento de informações de uma ampla gama de riscos climáticos que levem a uma maior regularidade das operações e/ou maior segurança operacional.
			Diversificações de ligações terrestre	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Execução por equipe da Autoridade Portuária e dos Operadores
			Fornecimento de planos de emergências aos condutores	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores.
			Definição / revisão de limites críticos operacionais	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Ação conjunta com Autoridade Portuária, Operadores, Capitania dos Portos e Praticagem.
			Implantação do plano de gerenciamento de inundações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Baixa	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Elaboração de material informativo e treinamentos da equipe de Segurança e Medicina do Trabalho da Autoridade Portuária e dos Operadores. Medida voltada à segurança operacional.
			Adequação das estruturas ao novo padrão climático	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Ação conjunta da Autoridade Portuária e dos Operadores para as vias na área portuária. Autoridade Portuária, Prefeitura Municipal e Ministério dos Transportes, para assuntos do sistema viário externa a poligonal, mas de uso intenso pela atividade portuária
			Alteamento das vias	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Definição de nova cota do gride viário e ferroviário fundamentado em registros históricos contidos no Sistema de Informação para Tomada de Decisão.
			Melhoria da qualidade dos acessos	Estrutural	Alto	Alto	Médio	Médio	Média	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Melhoria na capacidade de processamento de tráfego e na infraestrutura de suporte de pavimentos. Sugere-se aqui a construção de interseções viárias em desnível, no formato de viadutos ou trincheiras para otimizar os movimentos de acesso e fluidez do tráfego de caminhões, nos respectivos locais: (a) BR-392 e Rua Val Porto (Refinaria de Petróleo Rio Grandense e Bairro Vila Santa Tereza); (b) BR-392, no acesso para Fertilizantes Yara, Heringer e Piratini; (c) BR-392 e Av. Antônio João Bianchini (acesso a Bianchini e Mosaic Fertilizantes); (d) BR-392 e Av. Alm. Maximiliano da Fonseca (acesso a Tegrasa); (e) Av. Alm. Maximiliano da Fonseca e Rua Prof. Guilherme Enrique Dawson (acesso Wilson Sons TECON e expansão retroportuária). Recomenda-se para a região da poligonal do Supoerporto a duplicação da BR-392 entre Estação da Rumo / Posto Buffon 04 a Ponte dos Franceses. Execução de pavimento rígido e melhoria da drenagem para os trechos de acesso ao Porto Novo: (a) Av. Honório Bicalho até a Av. Pedro II; (b) R. Eng. Heitor Amaro Barcelos, entre a R. Ver. Dr. Nilo Corrêa Fonseca a Av. Honório Bicalho
			Criação de rede compartilhada de informações	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Médio	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão. Esta medida é de "não arrependimento".
			Criação de implementar sistema de alerta	Gerencial	Baixo	Alto	Baixa	Médio	Alta	Porto RS/ Terminais/ Operadores portuários	Incluído no sistema de apoio à tomada de decisão. Medida voltada à segurança operacional.

A identificação de medidas de adaptação é um passo fundamental para a redução de riscos climáticos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016). As ações de adaptação têm como finalidade reduzir os impactos por meio da redução da vulnerabilidade e/ou exposição dos sistemas. Em geral, o objetivo desta etapa é identificar e priorizar medidas de adaptação para minimizar potenciais danos e prejuízos e aproveitar oportunidades.

Para o levantamento das medidas de adaptação, foi realizada uma oficina com atores-chave do porto de Rio Grande no dia 08 de junho de 2022. O evento aconteceu das 9h às 16h de forma remota por meio do aplicativo Zoom e foi conduzido pela equipe de pesquisa.

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 apresentam um risco 'médio' ou 'alto'. Além disso, as medidas foram classificadas em ações de gestão, manutenção e planejamento.

Todas as medidas de adaptação desenvolvidas no evento e após o evento estão compiladas neste documento (Tabela 75). As respostas recebidas do porto de Rio Grande foram das empresas Termasa-Tergrasa, Sagres e TECON, além da Diretoria de Meio Ambiente do Portos de Rio Grande (DMA Portos RS).

Tabela 75: Medidas de adaptação para as infraestruturas do porto de Rio Grande

INTERAÇÃO	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Chuva Forte (Edificações/ Infraestrutura de armazenamento / Equipamentos de içamento)		Instalação de calhas Revisão dos projetos do sistema de drenagem	Inclusão de ações / medidas de adaptação a mudança climática no orçamento (*)
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	

INTERAÇÃO	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Chuva Forte (Edificações)	Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, <i>Master Plan</i> , 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	
Chuva Forte (Equipamentos de içamento)	Adequação do procedimento operacional	Realização da manutenção preventiva de equipamentos	
	Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático		

INTERAÇÃO	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO			
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO	
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 (*)		Contratação de seguros específicos	
	Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários			
	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 <i>shiploaders</i>			
	Vento S/SO (Transportador contínuo)		Realização de avaliações de operacionalidade após evento climático	
	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, <i>Master Plan</i> , 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			
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 tetrápodas		
	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			

INTERAÇÃO	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
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 Reforma de estruturas vulneráveis as mudanças do clima (*)	Implementação de protocolos de evacuação
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 Modificação na posição das estruturas	Inclusão de projeções de aumento do nível do mar em futuras concepções de infraestruturas
	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	Consideração do aumento do nível do mar nos inventários de substituição e remodelação de infraestruturas	Atualização diretrizes de projetos de engenharia para atender os novos padrões climático
		Melhoria dos sistemas de drenagem	
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Infraestrutura de Armazenamento)	Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo	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 (Equipamentos de Içamento)	Revisão dos limiares críticos operacionais para equipamentos de movimentação de carga		
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 (*)

INTERAÇÃO	MEDIDA DE ADAPTAÇÃO		
	GESTÃO	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO
Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar (Acesso Viário)		Diversificação das ligações terrestres para o porto e terminais Melhoria da qualidade dos acessos ao porto / terminal	Engajamento das partes interessadas para planejar opções de gerenciamento de inundação
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		Contratação de seguros específicos
	Criação de rede compartilhada de informações		
	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	

Para auxiliar a tomada de decisão sobre as medidas de adaptação que devem ser adotadas, recomenda-se também a criação de um núcleo de trabalho vinculado à Autoridade Portuária, envolvendo Capitania dos Portos/Marinha do Brasil, Praticagem, Arrendatários, Operadores Portuários e a ANTAQ. Esse núcleo deve compartilhar dados e gerar um repositório de informações e dados de infraestrutura, operação e clima que possam ser utilizados para novos estudos, análises e projetos.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Levantamento do Histórico de Impactos associados ao Clima

As análises realizadas no levantamento do histórico de impactos associados ao clima identificaram que os eventos climáticos extremos já vêm causando uma série de paralisações as operações do Porto do Rio Grande. Verifica-se um aumento de paralisações por nebulosidade, ventos de maior intensidade e chuvas extremas.

Além da análise dos dados, considerando as trocas com os técnicos da Autoridade Portuária, foram identificadas ameaças climáticas prioritárias para o porto. Logo abaixo apresenta-se sua relação com o estudo ANTAQ (2021b):

- **Vendavais:** índice de risco alto para o período observado e para os cenários RCP4.5 e RCP8.5 em 2030 e 2050;
- **Tempestades:** o índice de risco de tempestades para o Porto de Rio Grande é médio, tanto para o período observado quanto para os cenários RCP4.5 e RCP8.5 em 2030 e 2050;
- **Ressaca:** não foi avaliada no ranqueamento, mas foi incluída na avaliação por se tratar de um problema com ligação com vendavais e tempestades;
- **Aumento do nível do mar:** índice de risco muito alto para os cenários RCP4.5 e RCP8.5 em 2030 e 2050;
- **Neblina:** não foi avaliada no ranqueamento, mas a análise dos dados identificou como relevante;

Como forma de sistematizar as informações do levantamento do histórico de impactos associados ao clima, a Tabela 76 apresenta as respostas às perguntas que nortearam o documento, trazendo ainda a referência às páginas que trazem o respectivo detalhamento no documento.

Tabela 76: Respostas às perguntas norteadoras

Perguntas norteadoras	Resposta e referências no Levantamento do histórico de impactos associados ao clima
Quais são os impactos (danos e prejuízos) que cada porto tem sofrido devido aos eventos climáticos?	O Porto do Rio Grande vem sofrendo uma série de paralisações devido a eventos climáticos conforme foi relatado por técnicos da autoridade portuária e de terminais durante visita técnica e reuniões online. Dentre os motivos das paralisações estão: · Interrupção da navegação no canal de acesso devido a condições extremas de vento ou de maré; · carregamento de granéis sólidos interrompido por chuvas persistentes; · operação de containers paralisada em eventos de rajada de vento; Os danos operacionais por paralisações são apresentados por meio de análise de paralisações para um curto período de dados compreendido entre 2019 e 2020 nas Seções de Histórico de impactos associados ao clima (4.1.2) e Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas (4.1.3). Apesar dos relatos, não foi possível compilar uma relação de danos e prejuízos, uma vez que não foi encontrado um registro histórico de danos. No entanto, há indícios de alguns eventos importantes: · Vento forte associado a potencial erro humano que provocou a soltura do estaiamento de um navio, que ficou à deriva e “puxou” um guindaste com operador dentro – sem informação sobre data; · Destelhamento de galpões de armazenamento devido à vento forte – sem informação sobre data; · Vento forte que provocou giro das câmeras de segurança no terminal da BRASKEM – sem informação sobre data.
Quando ocorreram estes impactos?	O Porto do Rio Grande não dispõe de série histórica de danos estruturais sistematizada e organizada, não havendo, portanto, registros de impactos às infraestruturas e superestruturas. Por outro lado, o porto possui dados organizados de paralisações para o período de 2015 a 2020, possibilitando a análise dos impactos operacionais para o período disponibilizado. As datas das paralisações podem ser visualizadas na Seção 4.1.2 Histórico de impactos associados ao clima.
Quais foram as variáveis hidrometeorológicas e/ou oceanográficas que causaram o impacto?	As variáveis que explicam as paralisações são nebulosidade (que pode ser correlacionada com eventos de neblina), velocidade do vento e precipitação. Os detalhes podem ser visualizados na Seção 4.1.3. Outras ameaças identificadas como prioritárias para o estudo pelos técnicos da Autoridade Portuária foram tempestades, ressaca, aumento do nível do mar e enchentes.
Quais são as infraestruturas e superestruturas de interesse?	As principais infraestruturas ou superestruturas de interesse são o canal de acesso, a bacia de evolução, a acostagem, os equipamentos, os galpões de armazenamento e o sistema viário. Essas infraestruturas e superestruturas são apontadas nas seções de Caracterização do porto (Seção 4.1.1.), de Principais infraestruturas e superestruturas (Seção 4.3.1) e no de Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas (Seção 4.1.5).

Quais são as variáveis climáticas que afetam cada elemento da infraestrutura e da superestrutura?	Como o Porto do Rio Grande não dispõe de dados que apontem a relação de causalidade entre ameaças climáticas e impactos às infraestruturas ou superestruturas, foi feita avaliação do potencial de paralisação e dano com base na expertise de especialistas e as informações foram validadas com atores do porto. O detalhamento desse ponto pode ser encontrado no Seção 4.1.3.
Qual é a relação de causa-efeito entre as ameaças climáticas e seus possíveis impactos?	As relações de causa-efeito podem ser visualizadas através das cadeias de impacto, no Seção 4.1.4.

Fonte: elaboração própria.

Dentre as limitações do estudo, pode-se citar principalmente as limitações dos dados de danos/paralisações. Em geral, uma série histórica longa poderia dar suporte a análises mais robustas, mas o Porto do Rio Grande só possuía dados sistematizados a partir de meados de 2015. Ademais, o porto não identificou registro histórico de danos de forma sistematizada e organizada. Os eventos que causaram danos foram citados pelos técnicos da Autoridade Portuária, mas não havia registro de data.

A principal recomendação para o Porto do Rio Grande se relaciona com a sistematização de dados. Uma simples tabela em planilha editável (p. ex., .xlsx), registrando-se data, horário, motivo e efeito, pode apoiar a organização de informações de paralisações e danos. Isso ajudaria o porto em estudos posteriores, que podem trazer mensagens importantes sobre os efeitos das mudanças climáticas. Recomenda-se ainda que essa sistematização seja centralizada na Autoridade Portuária, mas preenchida por todos os terminais.

Outra recomendação refere-se ao controle de dados hidrometereológicos e/ou oceanográficos. A praticagem possui dados de chuva, vento, precipitação, dentre outros, então realizar análises ao longo do tempo com esses dados é uma alternativa viável para prever alterações.

O próximo passo do estudo é o levantamento do nível de probabilidade de ocorrência das ameaças climáticas para o clima atual e futuro. Nele serão respondidas as seguintes perguntas:

- Com base nos dados observacionais, a frequência das ameaças climáticas está aumentando/diminuindo?
- Com base nos modelos de clima e índices genéricos, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?
- Qual é o nível de concordância (%) entre as projeções dos modelos de clima quanto ao sinal de mudança?
- Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada no clima atual?

A partir do levantamento da probabilidade das ameaças climáticas será possível, portanto, conhecer os limiares das variáveis climáticas com potencial de causar impactos ao porto (por exemplo, a qual velocidade do vento há risco de queda de um guindaste), se as condições climáticas de temperatura, precipitação e velocidade do vento vem aumentando ou diminuindo ao longo dos anos e causando uma frequência maior de impacto e quais as perspectivas futuras para o Porto de Rio Grande nos anos de 2040, 2070 e 2100, utilizando-se como baseline o

período de 1995 – 2014.

Tais levantamentos visam auxiliar as unidades portuárias a internalizar em todos os setores do sistema portuário questões relacionadas a mudanças climáticas, por meio de política, diretrizes, planos e programas promovendo a adaptação da infraestrutura de transportes às alterações climáticas.

5.2. Levantamento da Probabilidade das Ameaças Climáticas

As análises realizadas no levantamento da probabilidade das ameaças climáticas identificaram a classificação da probabilidade para diferentes indicadores de extremos climáticos, tanto para o clima passado, considerando a climatologia observada, quanto para o potencial clima futuro, a partir dos dados de projeção de mudança do clima.

Essa classificação só foi possível a partir desses dados e também da definição de uma escala de probabilidade, que levou em consideração elementos da literatura, das normas e legislações aplicáveis ao porto, além das informações do levantamento do histórico de impactos associados ao clima.

Esses resultados são de fundamental importância para a análise de risco, uma vez que combinados aos resultados de severidade (seções 4.3.3 e 4.3.4), trarão o nível de risco para cada infraestrutura e para cada ameaça climática na seção 4.4.1. Segundo Engineers Canada (2016), as pontuações de probabilidade climática combinadas às pontuações de severidade fornecem informações sobre o risco, apoiando assim na priorização de medidas de adaptação.

Diante das limitações verificadas no desenvolvimento do estudo, sugerem-se os seguintes aprimoramentos aos portos que futuramente desejarem desenvolver estudos com escopo similar ao da presente etapa:

- Aprimorar o registro de impactos e causas para definir melhor os limiares das ameaças climáticas;
- Aprimorar o monitoramento de variáveis climáticas;
- Usar dados de estações meteorológicas locais e outros produtos de clima (p.ex., MSWEP2) para identificar de maneira mais acurada os limiares climáticos que causam danos significativos;
- Incluir outras ameaças climáticas (p.ex., Neblina).

Ressaltamos ainda os seguintes ajustes que alternativamente podem ser feitos nos estudos futuros a fim de melhorar a visualização dos resultados em função do conjunto de dados disponíveis:

- Utilizar uma escala de probabilidade com um número maior de classes. Por conveniência e simetria com a escala de severidade, adotou-se 5 classes de probabilidade. No entanto, para aumentar a sensibilidade da escala e assim representar melhor as mudanças futuras mais sutis, recomenda-se aumentar o número de classes (p.ex., 7);
- Incluir projeções de modelos regionais de clima no desenvolvimento de cenários

de mudança do clima. Embora o número de projeções regionais e variáveis (p.ex., vento) seja limitado em comparação com as projeções globais e a versão dos modelos forçantes seja mais antiga (CMIP5), a iniciativa CORDEX-South America3 disponibiliza um número razoável de projeções regionais de clima que podem contribuir para a construção de cenários de mudança do clima mais robustos.

Como forma de sistematizar as informações do levantamento da probabilidade das ameaças climáticas, a Tabela 77 apresenta as respostas às perguntas que nortearam o documento, trazendo ainda a referência às páginas que trazem o respectivo detalhamento das respostas encontradas.

Tabela 77: Respostas às perguntas norteadoras

Perguntas norteadoras	Resposta e referências no Levantamento da Probabilidade das Ameaças Climáticas
Com base nos dados observacionais, a frequência das ameaças climáticas está aumentando/diminuindo?	Em geral, observa-se uma tendência de aumento da precipitação total para a região do Porto do Rio Grande, mas ela não é estatisticamente significativa. A velocidade do vento não possui tendência estatística significativa. Também não há tendência de aumento/redução no número máximo de dias com chuvas fortes (10 mm) e persistentes (1 mm). Os detalhes da análise encontram na Seção 4.2.1.1.
Com base nos modelos de clima e indicadores genéricos, a frequência das ameaças climáticas irá aumentar/diminuir no futuro?	As ameaças apresentam os seguintes comportamentos: Vento Fraco (3 m/s): Probabilidade de acontecer 'Muito frequentemente' durante o período de linha de base. Para o futuro, essa ameaça não deve sofrer alterações no seu nível de probabilidade nos diferentes cenários climáticos. Vento Moderado (7 m/s): Probabilidade de acontecer 'Frequentemente' no período da linha de base. Avaliando as projeções futuras, os níveis de probabilidade de todos os períodos mudam para 'Muito Frequentemente'. Vento Forte (10 m/s): A probabilidade dessa ameaça climática acontecer é 'Frequentemente' na linha de base. Essa ameaça não apresenta sofrer alterações de nível de probabilidade com o passar do tempo nos diferentes cenários climáticos. Vento Quadrante Sul-Sudoeste: Essa variável apresentou probabilidade de acontecer 'Muito frequentemente' dentro do período de linha de base. Essa ameaça não sofre alterações com o passar do tempo nos diferentes cenários climáticos. Chuva persistente (1 mm): Probabilidade de acontecer é 'Muito frequentemente' dentro do período da linha de base analisado. Para o futuro, esse nível não se altera. Chuva forte (10 mm): Apresenta probabilidade de acontecer 'Frequentemente' na linha de base. Essa ameaça não apresenta sofrer alterações de nível de probabilidade com o passar do tempo nos diferentes cenários climáticos. Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar: A probabilidade de ocorrência é definida em 'Quase nunca' para os anos da linha de base (1981 a 2000). Para os períodos futuros, observa-se que há um aumento do nível para 'Raramente' nos seguintes cenários-períodos: SSP5 do período 2041-2060; SSP2 e SSP5 do período 2081-2100. Mais detalhes na Seção 4.2.2.1.
Qual é o nível de concordância (%) entre as projeções dos modelos de clima quanto ao sinal de mudança?	Os maiores valores de concordância foram avaliados para as ameaças Vento Moderado e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Mais detalhes na Seção 4.2.2.2.

Os cenários de mudança do clima futuro corroboram com a tendência observada no clima atual?

Em relação às variáveis de Vento Fraco, Moderado e Forte, as tendências do clima atual corroboram com os cenários de mudança futuro. Isso também acontece para as Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Já para Chuva Persistente e Forte, isso não acontece. Mais detalhes na Seção 4.2.2.2.

Fonte: elaboração própria.

5.3. Levantamento das Infraestruturas Portuárias e Severidade

As análises realizadas no levantamento das infraestruturas portuárias e severidade identificaram, em primeiro lugar, uma lista de infraestruturas e estruturas de interesse utilizando como base as informações do PDZ do Porto do Rio Grande. Observa-se a existência de uma série de equipamentos que apresentam interações com eventos climáticos adversos, principalmente o Vento Forte, como os Equipamentos de Içamento.

Esse fato não descarta que os terminais também possam sofrer impactos em função de outros eventos climáticos. Por exemplo, há uma alta sensibilidade operacional quanto a indícios de ocorrência de chuva, principalmente para o embarque e desembarque de grãos sólidos: fertilizantes, açúcar, soja, milho e farelos.

Em geral, pode-se concluir que as características construtivas e de operação das infraestruturas e equipamentos são dimensionados para suportar as cargas operacionais dentro de limites de condições climáticas adversas, além de condições de segurança estabelecida pelo projetista. Por exemplo, aplicando-se as informações contidas na NBR 9782 na Seção 4.2 quanto aos limites operacionais, foi possível compreender que a atual regra de impraticabilidade da barra quanto a condições de vento é fator positivo quanto a própria preservação da vida útil da infraestrutura portuária.

No entanto, como observado nas demais etapas, a mudança climática cria condições para intensificação de alguns eventos climáticos, que podem ter efeitos importantes sobre a operação, mas também sobre as estruturas, uma vez que alguns eventos podem ultrapassar a carga operacional na qual os equipamentos e infraestrutura foram dimensionados.

Como um todo, para os perfis de carga de contêineres, a maior severidade, com nível igual a 4 (Severo), foi verificada na interação entre Infraestrutura de Armazenamento e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, considerando-se a severidade estrutural.

Para o estaleiro, as infraestruturas com interações com o maior valor de severidade estrutural (Nível 4 – Severo) são os Molhes. Além deles, dentro dos níveis de severidade estrutural e operacional, as infraestruturas de Berços, Infraestruturas de Armazenamento, Edificações, Acesso Viário e Sinalização Náutica também apresentaram um nível de severidade representativo (Nível 3 - Grave). Essas infraestruturas, em sua maioria, estão associadas à ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar.

Em relação aos grãos líquidos, as infraestruturas que possuíram maior grau de severidade (Nível 4 – Severo) foram os Molhes em interação com a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, considerando-se a severidade estrutural.

Em relação aos graneis sólidos e às cargas gerais, foi identificado a ameaça de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar apresentou o maior grau de severidade (Nível 4 – Severo) em interações com Molhes (severidade estrutural) e Infraestruturas de Armazenamento (severidade operacional).

Como forma de sistematizar as informações do levantamento das infraestruturas portuária e severidade, a Tabela 78 apresenta as respostas às perguntas que nortearam o documento, trazendo ainda a referência às páginas que trazem o respectivo detalhamento no documento.

Tabela 78: Respostas às perguntas norteadoras

Perguntas norteadoras	Respostas
Quais são os possíveis níveis de severidade (estrutural e operacional) que as infraestruturas podem sofrer?	Em geral, pode-se dizer que, em relação à severidade estrutural e operacional, as interações de maior preocupação envolvem as infraestruturas dos Berços, das Sinalizações Náuticas das Edificações, do Transporte Contínuo, dos Molhes, das Infraestruturas de Armazenamento e dos Equipamentos de Içamento. As principais ameaças climáticas estão associadas às interações de Nível 3 (Grave) e 4 (Severo). As ameaças que mais apresentaram esses níveis foram as ameaças de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, Vento Quadrante Sul-Sudoeste, Chuva Forte e Vento Forte. Mais detalhes na Seção 4.3.3.
Existe interação entre a infraestrutura X e a ameaça climática Y?	Considerando as classificações de severidade estrutural em geral, verifica-se que os canais interno e externo não possuem interação com episódios de chuva, no entanto, Vento Muito Forte pode paralisar as operações com navios, dada as restrições de segurança. Outros elementos do lado “água” como Bacia de Evolução, Molhes e Sinalização Náutica também não apresentam interações com as chuvas, considerando-se a severidade estrutural. As demais infraestruturas como Berços, Edificações, Infraestruturas de Armazenamento, Equipamentos de Içamento e Empilhadeiras também não apresentam interação com Chuva Persistente, exceto para o perfil de carga Estaleiro, o qual apresentam nível de severidade baixo. Por fim, Transportadores Contínuos e o Acesso Viário não possuem interação com Chuva Persistente ou Vento Moderado. Importante ressaltar que Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar só não tem interação com as empilhadeiras, que não interagem por possuírem mobilidade. De modo geral, essas interações variam quando se avalia a severidade operacional e a severidade estrutural. Também variam em função da carga. Por exemplo, Graneis Sólidos tendem a ter uma interação de maior nível de severidade com Chuva Forte do que Graneis Líquidos, que apresentam restrições menores quanto à água. Mais detalhes na Seção 4.3.2.
Caso positivo, qual é o nível de severidade?	Os graus de severidade encontrados na análise por perfil de carga variam de 1 (Leve) até 4 (Severo). Nessa análise, não houve interações com nível de severidade 5 (Catastrófico). Um exemplo de nível de severidade estrutural Severo ocorre para a interação entre Molhes e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar no Estaleiro. Por outro lado, um exemplo de interação de pontuação de severidade estrutural leve ocorre entre Canal Externo e Vento Forte (10 m/s) para Graneis Líquidos. Mais detalhes na Seção 4.3.4.

Fonte: elaboração própria.

5.4. Cálculo do Risco Climático

Conhecer os riscos climáticos é fundamental para a orientação de potenciais medidas de adaptação visando aumento da resiliência das infraestruturas e redução dos efeitos climáticos adversos sobre a operação. Embora as análises de risco possuam incertezas sobre a dimensão dos impactos, isso não deve impedir que o porto faça a gestão dos seus riscos relacionados à eventos climáticos futuros. Na realidade, os custos e riscos da inação ou ação atrasada serão certamente muito maiores. As informações desta etapa são um primeiro passo em direção a uma gestão mais assertiva dos riscos climáticos, devendo-se considerar que a ISO 14.091 (ISO, 2021) indica a necessidade de monitoramento e revisão dos riscos de forma contínua, mesmo daqueles que nesta avaliação são considerados “baixos” ou “médios”.

Ao longo da construção do levantamento da probabilidade das ameaças climáticas, verificou-se que as ameaças de maior probabilidade de ocorrência no Porto do Rio Grande eram Vento Fraco, Moderado, Quadrante-Sul Sudoeste e Chuva Persistente. Já na etapa de levantamento das infraestruturas portuárias e severidade, observou-se relações de destaque para interações que envolviam as infraestruturas de Berços, Molhes, Infraestruturas de Armazenamento e as ameaças de Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar, Chuva Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste.

Como resultado do produto da severidade e da probabilidade associada, o cálculo do risco climático foi capaz de revelar os riscos de maior destaque para o porto. Para compreensão dos riscos, o porto deve entender que os valores apresentados pelas interações das matrizes de riscos podem apresentar duas situações:

- Probabilidade muito baixa e severidade muito alta; ou
- Severidade muito baixa e probabilidade muito alta.

No primeiro caso, recomenda-se que o porto, ao saber que uma severidade é relevante e que o evento possível, mesmo que improvável, dirima atenção especial à determinada interação. Ainda, é possível que o porto inclua tal interação no requerimento de análise adicional, para investigar melhor a potencialidade dos danos verificados por tais riscos.

No segundo caso, estas interações podem indicar uma situação na qual a infraestrutura poderia experimentar maior exposição às intempéries, resultando em altas demandas de manutenção, crescimento de custos e capacidade geral reduzida (ENGINEERS CANADA, 2016). Assim, recomenda-se que o porto atribua esses pontos na análise geral da matriz de risco também.

Após a análise dessas considerações, as interações que alcançaram o maior nível de risco associado (“alto”) estavam associadas à ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste e as infraestruturas de Equipamento de Içamento, Transportador Contínuo e o Acesso Viário.

O perfil de carga de Granéis Líquidos apresenta riscos estruturais que variam do baixo ao “médio”, na qual se destacam as ameaças de Chuva Forte, Vento Forte e Vento Quadrante Sul-Sudoeste. Todas as infraestruturas apresentaram um grau “médio” de risco nas interações de curto prazo (2021-2040), com exceção do Canal Externo e Bacia de Evolução. Em termos de operação, alerta-se para ameaças de risco “alto” que envolvem a ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste e os Equipamentos de Içamento, Transportador Contínuo e Acesso Viário.

Os Granéis Sólidos, por sua vez, também apresentam risco “médio” estrutural para as ameaças de Vento Quadrante Sul, Chuva Forte e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Dentro dessa matriz de risco, apenas o Canal Externo não apresenta esse nível. Em termos de operação, o risco “alto” aparece para interações entre Vento Quadrante Sul-Sudoeste e as infraestruturas de Transportador Contínuo e Equipamentos de Içamento.

Já a Celulose, por sua vez, apresenta risco “médio” associado às ameaças de Chuva Forte, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Na matriz de risco correspondente, todas as infraestruturas estão susceptíveis a riscos “médios” por pelo menos uma dessas ameaças, com exceção do Canal Externo. No que diz respeito às operações, observou-se uma interação de risco “alto” para entre a ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste e a infraestrutura de Equipamentos de Içamento.

De maneira generalista, o perfil de carga de Estaleiro apresenta risco “médio” tanto para risco estrutural quanto para o operacional. Para o primeiro, apenas o Canal Externo não apresenta esse nível de risco, enquanto, para o segundo, não há exceções.

Por fim, para risco estrutural Contêineres, destacam-se as ameaças de Chuvas Fortes, Ventos Fortes, Ventos Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Mar. Com exceção do Canal Externo, todas as infraestruturas apresentam pelo menos uma interação de grau “médio” com as ameaças descritas anteriormente. Operacionalmente, as mesmas ameaças climáticas mais a Chuva Persistente afetam o porto de maneira geral em pelo menos uma das infraestruturas gerais em grau “médio”.

Tabela 79: Respostas às perguntas norteadoras

Perguntas norteadoras	Resposta e referências no Cálculo do Risco Climático
Qual é o nível de risco climático de cada infraestrutura portuária?	Em geral, o risco de cada infraestrutura portuária varia conforme a ameaça climática ao qual está associado. Porém, em sua maioria, os riscos “altos” foram encontrados para a interação entre infraestruturas de Equipamentos de Içamento, Transportadores Contínuos e Acesso Viário e os Ventos Quadrante Sul-Sudoeste. Adicionalmente, verificam-se riscos “médios” em função de ventos e Chuva Forte, sendo que ventos fortes costumam paralisar a operação no canal de acesso ao porto. Para Chuva Persistente, o risco “médio” aparece para a operação de graneis, especialmente os sólidos e a celulose, que não podem ser operados com chuva. Mais detalhes na Seção 4.4.1.
A quantidade de infraestruturas sob risco alto irá aumentar ou diminuir no futuro?	A quantidade de infraestruturas sob risco “alto” não se altera de forma significativa no futuro, com exceção das infraestruturas de terra quando é avaliada a ameaça de Inundação devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Entretanto, é possível verificar que, para quase todas as ameaças, a probabilidade é crescente ao longo dos anos, o que indica mais eventos extremos. Mais detalhes na Seção 4.4.1.

Quais são as infraestruturas sob maior risco e por quê?	As infraestruturas que estão sob o maior risco são os Equipamentos de Içamento, os Transportadores Contínuos e o Acesso Viário. Maiores riscos são observados em interações que envolvem a ameaça de Vento Quadrante Sul-Sudoeste. Em geral, o vento nessa direção tem sido reportado como um interruptor da operação portuária. Marinha e Praticagem relataram, durante a visita técnica, que ele ganha força principalmente durante a entrada de frentes frias provenientes da Argentina e Uruguai, quando se somam aos ventos, as chuvas e a nebulosidade. Adicionalmente, ventos fortes foram destacados com “médio” risco, sobretudo sobre a operação, uma vez em que as condições de navegação podem se tornar adversas, ficando acima dos limites de segurança estabelecidos pelas normas da capitania dos portos. Já chuvas tem interação com as infraestruturas de suporte à operação de graneis, sobretudo sólidos, e celulose, pois são produtos que não podem ser operados com chuva. Mais detalhes na Seção 4.4.1.
---	--

5.5 Identificação e Proposição de Medidas de Adaptação

A gestão de riscos e a adaptação à mudança do clima são fundamentais para o planejamento de um futuro incerto, mas cujas previsões indicam aumento de intensidade e frequência de eventos extremos (IPCC, 2022). Os desafios são altos e as decisões, muitas vezes, urgentes, o que pode criar tensões entre diferentes visões de desenvolvimento. Os tomadores de decisão dos portos são, portanto, confrontados com escolhas difíceis, que se tornam cada vez mais necessárias para garantir eficiência e regularidade nas operações, além de condições de segurança.

A avaliação das escolhas entre diferentes opções depende de como as partes interessadas percebem o risco. Neste sentido, a avaliação de risco e a eleição de potenciais medidas de adaptação, podem contribuir para a priorização das ações com base em aspectos técnicos, reduzindo-se o número de decisões que são informadas por processos políticos.

Para auxiliar a tomada de decisão sobre as medidas de adaptação que devem ser adotadas, recomenda-se a criação de um núcleo de trabalho vinculado à Autoridade Portuária, envolvendo Capitania dos Portos/Marinha do Brasil, Praticagem, Arrendatários, Operadores Portuários e a ANTAQ. Esse núcleo deve compartilhar dados e gerar um repositório de informações e dados de infraestrutura, operação e clima que possam ser utilizados para novos estudos, análises e projetos.

Recomenda-se que esse núcleo de trabalho tenha controle de ferramentas de software, hardwares, equipamentos de monitoramento climático, pluviométrico, fluviométrico, medidores de vazão, cunha salina, anemômetros, mensuradores de altura de ondas e demais sensores necessários para auxiliar na mensuração das características de hidráulica marinha e previsões climáticas.

Essas informações agrupadas em um único banco de dados poderão proporcionar uma visão mais ampla sobre os impactos e prejuízos relacionados a eventos climáticos, permitindo a de-

finição de medidas de adaptação mais efetivas e adequadas às características dos diferentes perfis de carga movimentados.

Essas medidas também devem considerar boas práticas aplicáveis às condições portuárias locais e aspectos das normas ISO 14.091 e das experiências com órgãos internacionais como a Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC), associação internacional que fornece orientação e aconselhamento técnico para infraestruturas de transporte para portos.

Chama-se atenção para a potencial utilização de medidas de adaptação baseadas em ecossistemas (AbE), que utiliza a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos para reduzir impactos. O Porto de Rio Grande, no entanto, talvez tenha dificuldade em encontrar opções, pois tem como característica mar aberto e temperatura da água baixa.

A definição das medidas de adaptação em um processo colaborativo, por meio de oficina com diferentes atores-chaves do complexo portuários, garante que as visões de desenvolvimento sejam confrontadas e discutidas de forma abrangente. Em alguma medida, essa discussão apoia também a definição de uma visão comum aplicada à gestão dos riscos nos portos, embora as ações possam ter características diferentes em função do tipo de produto operado, posição geográfica, aspectos técnicos dos equipamentos, ameaça avaliada, entre outros.

Percebeu-se, no entanto, uma evidente dificuldade dos atores do porto em caracterizar as ações sob o ponto de vista técnico e financeiro, o que dificulta estimar sua viabilidade.

Em geral, os elementos descritos na identificação e proposição de medidas de adaptação representam um ponto de partida importante para maiores detalhamentos futuros, sobretudo para as medidas de “não arrependimento”, que, na prática, podem ser implementadas com rapidez e baixo custo e gerar informações úteis para a definição de outras medidas de maior complexidade e custo. Recomenda-se, portanto, que as ações eleitas neste documento sejam rediscutidas e detalhadas através de outros processos participativos ou de estudos técnicos específicos.

A Tabela 80 a seguir visa responder as perguntas norteadora dispostas nessa etapa.

Tabela 80: Respostas às perguntas norteadoras

Perguntas norteadoras	Resposta e referências na identificação e proposição de medidas de adaptação
Quais são as medidas de adaptação já adotadas e outras possíveis a serem implementadas?	Foram levantadas medidas operacionais e estruturais, mas o porto não indicou aquelas que já vêm sendo adotadas ou que estão planejadas. Mais detalhes na Seção 4.5.
Qual é a viabilidade técnica e financeira da implementação de cada uma das medidas de adaptação?	A maior parte do detalhamento das medidas de adaptação foi realizado de forma qualitativa pelos atores-chave do Porto de Rio Grande e a equipe consultora realizou uma análise crítica dessas medidas com base nas perguntas norteadoras. No entanto, a análise crítica foi limitada pelo formato do detalhamento. Por exemplo, não foi possível identificar o custo real das medidas de adaptação, o que impediu a avaliação da viabilidade financeira das medidas. Mais detalhes na Seção 4.5.

Quais são as medidas de adaptação de garantem a eficiência e regularidade das operações, segurança, pontualidade e prestação do serviço adequado?	Dentre as medidas listadas, destaca-se principalmente a inclusão de um sistema gerencial de apoio à tomada de decisão, interligado entre os diferentes operadores do Porto Novo e do Superporto, a Autoridade Portuária, a Praticagem, a Capitania dos Portos, a ANTAQ e Analista de Risco Climático. Esse sistema deve conter: dados operacionais convencionais, dados meteorológicos e hidráulicos, registro sistemático de danos à infraestrutura, paralisações operacionais devido a eventos climáticos e modelagem preditiva de eventos climáticos adversos. O sistema garantiria que a gestão de risco climático fosse incorporada no processo de decisão de investimentos e proporcionaria a adoção de medidas de adaptação efetivas. Mais detalhes na Seção 4.5.
Quais são as medidas de não arrependimento?	· Uso de sistema padrão de alarme e comunicação eficiente entre os operadores · Implementação de um banco de dados dos impactos relacionados com mudanças climáticas · Inclusão de medidas de adaptação a mudanças climáticas no orçamento · Adoção de seguro específico contra mudanças do clima · Implantação de um programa de monitoramento meteorológico contínuo · Implementação de um sistema de alerta para eventos extremos · Treinamento e divulgação dos riscos para todos os funcionários · Estabelecimento de parcerias com estações meteorológicas locais · Atualização diretrizes de projetos de engenharia para atender os novos padrões climático · Inclusão de medidas de adaptação no PDZ, Master Plan, Plano Mestre, REP · Definição / revisão de limites críticos operacionais · Alteração do regime de trabalho durante eventos extremos · Criar rede compartilhada de informações · Adequação das estruturas ao novo padrão climático Mais detalhes na Seção 4.5.
Quais medidas podem ser implementadas para a infraestrutura X diante da ameaça climática Y?	Todas as medidas de adaptação levantadas pelo porto foram listadas na Seção 4.5.
Quais são as vantagens e desvantagens de cada medida?	A equipe consultora realizou uma análise crítica das medidas levantadas, indicando vantagens e desvantagens, além de pontos de atenção. Mais detalhes na Seção 4.5.
Qual é a tipologia de cada medida (gestão ou engenharia)?	Todas as medidas de adaptação levantadas pelo porto foram listadas na Seção 4.5 e foram divididas em medidas estruturais (ou de engenharia) e não estruturais (ou operacionais ou de gestão).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia PIEVC permitiu ao porto de Rio Grande conhecer os riscos climáticos, o que se faz fundamental para elencar potenciais medidas de adaptação, visando o aumento da resiliência das infraestruturas e redução dos impactos climáticos adversos sobre a operação e infraestrutura do porto. 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 rajadas de ventos 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:
 1. Berços: podem ficar inacessíveis, gerando restrições na operação de atracação e desatracação de navios, além de eventualmente verificar avarias que necessitam manutenção;
 2. Edificações: podem ver entupimentos nos drenos das calhas, deterioração da pintura externa, aumento das infiltrações, problemas no sistema de alvenaria, impactos nos telhados, entre outros;
 3. Acesso Viário: risco relacionado à paralisação nas vias em caso de obstruções, em especial, alagamentos;
 4. Transportador Contínuo: podem ficar paralisados por períodos longos e demandar manutenção nos roletes, esteiras e no sistema de cobertura da linha;
 5. Equipamentos de Içamento: podem ficar paralisados ou sofrer danos com ventos fortes, impedindo o processamento de carga dos navios e, em casos extremos, mas improváveis, podem tombar sobre outros equipamentos, infraestruturas e pessoas.
- As ameaças climáticas que resultaram em risco 'médio' ao Porto foram Chuva Forte, Chuva Persistente, Vento Forte, Vento Quadrante Sul-Sudoeste e Inundações devido ao Aumento de 0,2 m do Nível do Mar. Já o risco 'alto' foi alcançado na interação das infraestruturas com as ameaça Vento Quadrante Sul-Sudoeste. Riscos dessas intensidades podem indicar uma situação na qual a infraestrutura poderia estar sujeita a maiores exposições às intempéries, resultando 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. Esse resultado 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, sendo previstos impactos importantes no futuro, principalmente em relação ao Aumento do Nível do Mar. Além disso, eventos climáticos extremos podem ultrapassar a carga operacional na qual os equipamentos e infraestrutura foram dimensionados. A adaptação dos equipamentos, máquinas e infraestruturas que considere 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 pela gestão, minimizando-se danos e prejuízos futuros ou aproveitando potenciais oportunidades, o que constitui um importante passo para aumento da resiliência climática.

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 paralizações 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;
- A inclusão de outras ameaças climáticas para estudos futuros (p.ex., neblina); e
- A criação de um Grupo de Trabalho para monitoramento dos riscos elencados e para planejamento da implementação das medidas. Essa medida é importante para que, uma vez conhecido os riscos e as medidas cabíveis, o porto seja capaz de agir nos próximos passos necessários.

Embora as análises 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. A equipe do Porto deve sempre avaliar novas ideias para minimizar os riscos apresentados e novos riscos que, porventura, possam surgir. 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 nessa 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.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANDHI, A., FREI, A., PIERSON, D. C., SCHNEIDERMAN, E. M., ZION, M. S., LOUNSBURY, D., & MATONSE, A. H. Examination of change factor methodologies for climate change impact assessment. *Water Resources Research*, v.47, n.3, W03501. 2011. doi:10.1029/2010WR009104

ANTAQ. 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, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/estudos-e-pesquisas-da-antag-1/Antag_relatoriofinal04.04.22compactado.pdf>. Acesso em: 10.abr.2023.

ANTAQ. Estatístico Aquaviário - Desempenho Portuário 2021. 2021b. Disponível em: <<https://web3.antag.gov.br/ea/sense/index.html#pt>>. Acesso em: 10.mar.2022.

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

AUTORIDADE PORTUÁRIA PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL. Plano de Desenvolvimento e Desenvolvimento do Porto de Rio Grande. Governo do Estado do Rio Grande do Sul: Outubro, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/politica-e-planejamento/politica-e-planejamento/arquivos-pdz/pdz_rio_grande_2021_aprovado_portaria_minfra_1499_10_dezembro_2021.pdf>.

ÁVILA, Karoline. Porto de Rio Grande suspende operações por correnteza. GZH. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2015/08/porto-de-rio-grande-suspende-operacoes-por-correnteza-cj5w1fd15169zxbj0e9gkmsa.html>>. Acesso em: 19.abr.2023.

BECKER, A.; AKY, N.G.; MCEVOY, D.; MULLETT, J. Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains. *WIREs Climate Change*. Vol. 9(2), 2010.

CALLAWAY, J.; HELLMUTH, E.M. Assessing the incremental benefits and costs of coping with development pressure and climate change: A South African case study. Submissions from admitted non-governmental organizations on socioeconomic information under the Nairobi work programme. United Nations: Geneva, Suíça, 2007.

CANAL DE ACESSO AO PORTO DO RIO GRANDE FICOU FECHADO POR MAIS DE 45 HORAS. Grupo Oceano. Disponível em: <<https://www.grupooceano.com.br/noticias/rio-grande/canal-de-acesso-ao-porto-do-rio-grande-ficou-fechado-por-mais-de-45-horas-20817/>>. Acesso em: 19.abr.2023.

CLIMATE CENTRAL. (2022). Coastal Risk Screening Tool. Disponível em: <<https://coastal.climatecentral.org/>>. Acesso em: 5 abr. 2022.

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

FIGUEIREDO, L. G.G.G; MOURÃO, R.D.R.; SANTOS, T.; BERZIN, G. O Porto de Santos e o aumento do nível do mar: um desafio a ser enfrentado. LEOPOLDIANUM, [S. l.], ano 42. 2016, p. 177-201.

GIZ, EURAC & UNU-EHS. Climate Risk Assessment for Ecosystem-based Adaptation – A guide-book for planners and practitioners. Bonn: GIZ, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/326478580>>. Acesso em: 11.abr.2023.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 424-438, 1969.

HELTBERG, R.; SIEGEL, P.B; JORGENSEN, S.L, Addressing human vulnerability to climate change: Toward a “no-regrets” approach. *Global Environmental Change*, 19(1), 2009. 89-99.

IPCC. 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. 2021. In Press.

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

KARIM, Mohammed Fazlul; MIMURA, Nobuo. Impacts of climate change and sea-level rise on cyclonic storm surge floods in Bangladesh. *Global Environmental Change*, vol. 18, nº 3, p. 490-500, 2008.

KENDALL, M.; GIBBONS, J.D. Rank Correlation Methods. 5th Edition. London: Edward Arnold, 1990.

KIRTMAN, B., S.B. POWER, J.A. ADEDOYIN, G.J. BOER, R. BOJARIU, I. CAMILLONI, F.J. DOBLAS-

-REYES, A.M. FIORE, M. KIMOTO, G.A. MEEHL, M. PRATHER, A. SARR, C. SCHÄR, R. SUTTON, G.J. VAN OLDENBORGH, G. VECCHI AND H.J. WANG: Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2013.

KLEMM, O & LIN, N.-H. (2016). What Causes Observed Fog Trends: Air Quality or Climate Change? ISSN: 1680-8584 print / 2071-1409 online. Disponível em: <https://aaqr.org/articles/aaqr-15-05-0a-0353.pdf>

MAIDMENT, David R. GIS and hydrologic modeling. In: GOODCHILD, M. F.; PARKS, B. O.; STEYAERT, L. T. Environment modeling with GIS. New York: Oxford University Press, 1993. p. 147-167.

MANN, Henry B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, vol. 13, nº3 p. 245-259, jul. 1945.

MARENGO J.A.; CAMARINHA, P.I.; ALVES, L.M.; DINIZ, F.; BETTS, R.A. Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5, 2.0, and 4.0°C Global Warming Scenarios: An Analysis for Brazil. *Frontiers in Climate*. 2021. Doi 10.3389/fclim.2021.610433

MAU TEMPO PARALISA OPERAÇÕES NO PORTO DE RIO GRANDE. GZH. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2015/10/mau-tempo-paralisa-operacoes-no-porto-de-rio-grande-4867537.html>>. Acesso em: 05.jan.2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 1: estratégia geral: Portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2016. 2 v. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-i.pdf>>. Acesso em: 10.abr.2023.

MÖLLER Jr., CASTELO, J. P., VAZ, A.C., 2009. The effect of river discharge and winds on the interannual variability of the Pink Shrimp *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. *Estuaries and Coasts*. 32: 787-796p.

MOSER, H.; HAWKES, P.; ARNTSEN, Ø.; GAUFRES, P.; MAI, S.; WHITE, K.; BLACKWELL, S.; CORBETT, J.J.; SCHEPPER, K.; DUMON, G.; GREYLING, L.M.; KÖTHE, H.; SOTILLO, M.G.; SUZUKI, T. Waterborne Transport, Ports and Waterways: A Review of Climate Change. 2008.

NASA. (2022a). Nasa Sea Level Portal: Data Analysis Tool 2.0. Disponível em: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?lat=-24&lon=-45>. Acesso em: 5 abr. 2022.

NASA. (2022b). Sea Level Projection Tool. Disponível em: <<https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?lat=-24&lon=-45>>. Acesso em: 5 abr. 2022.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Defining Storm Surge, Storm Tide, and Inundation. Disponível em: <https://ocean.weather.gov/defining_storm_surge.pdf>. Acesso em: 10.abr.2023.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. What is storm surge? Disponível em: <<https://oceanservice.noaa.gov/facts/stormsurge-stormtide.html>>. Acesso em: 10.abr.2023

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Severe Weather 101: Thunderstorm Basics. Estados Unidos, 2022. Disponível em: <<https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/thunderstorms/>>. Acesso em: 11.mar.2022.

OPERAÇÃO DE NAVIOS SEGUE IMPRATICÁVEL NO PORTO DE RIO GRANDE. Correio do Povo. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/geral/oper%C3%A7%C3%A3o-de-navios-segue-impratic%C3%A1vel-no-porto-de-rio-grande-1.68687>>. Acesso em: 05.jan.2011.

OPPENHEIMER, M., B.C.; GLAVOVIC, J.; HINKEL, R.; VAN DE WAL, A.K.; MAGNAN, A.; ABD-EL-GAWAD, R. CAI, M. CIFUENTES-JARA, R.M. DECONTO, T. GHOSH, J. HAY, F. ISLA, B. MARZEION, B. MEYSSIGNAC, AND Z. SEBESVARI (2019). Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

PES, Marcelo P.; PEREIRA, Enio B. ; MARENGO, José A.; MARTINS, Fernando; HEINEMANN, Detlev; SCHIMIDT, Michael. Climate trends on the extreme winds in Brazil. Renewable Energy, vol. 109, p.110–120. Aug, 2017. doi:10.1016/j.renene.2016.12.101.

PILKEY, O.H.; NEAL, W.J.; BUSH, D.M. Coastal Erosion. In: Isla, F.I. & Iribarne, O. (Eds), Coastal Zone and Estuaries. p. 32-42. Oxford: EOLSS-UNESCO, 2009.

PORTO DE RIO GRANDE. Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Rio Grande. Portos RS. Rio Grande. 2021. Disponível em: <<https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/zoneamento/10.pdf>>. Acesso em: 19.abr.2022.

PORTO VOLTA A OPERAR APÓS VENTOS FORTES E MAR AGITADO. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/porto-volta-a-operar-apos-ventos-fortes-e-mar-agitado>>. Acesso em:

QUASE 24 HORAS IMPRATICÁVEL O PORTO DE RIO GRANDE. O Litorâneo. Disponível em: <<https://www.olitoraneo.com.br/>>. Acesso em: 05.jan.2022.

SENEVIRATNE, S. I., X. ZHANG, M. ADNAN, W. BADI, C. DEREZYNSKI, A. DI LUCA, S. GHOSH, I. ISKANDAR, J. KOSSIN, S. LEWIS, F. OTTO, I. PINTO, M. SATOH, S. M. VICENTE-SERRANO, M. WEHNER, B. ZHOU, 2021, Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. 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. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O.Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press. No prelo.

SIEGEL, Sidney. Estatística Não-Paramétrica: Para as Ciências do Comportamento. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

SILVA, Cristiane. Porto de Rio Grande tem operações suspensas devido ao vento na região. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2014/08/porto-de-rio-grande-tem-operacoes-suspensas-devido-ao-vento-na-regiao.html>>. Acesso em: 05.jan.2022.

SILVEIRA, Angélica. Porto do Rio Grande segue impraticável para navegação. Correio do Povo. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/porto-do-rio-grande-segue-impratic%C3%A1vel-para-navega%C3%A7%C3%A3o-1.412967>>. Acesso em: 19.abr.2022.

TÂMBARA, Ian. Vento forte interrompe entrada de navios no Porto de Rio Grande. GZH. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2021/05/vento-forte-interrompe-entrada-de-navios-no-porto-do-rio-grande-ckp2t9mz7003z018mlep1kcuk.html>>. Acesso em: 05.jan.2022

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. The Adaptation Gap Report 2018. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya. 2018. Disponível em: <https://unepdtu.org/wp-content/uploads/2019/04/agr-final-version-2018.pdf>.

VAN RIJN, L.C. Coastal Erosion and control. Ocean & Coastal Management, v. 54, nº 12, p. 867-887, 2011.

WILKS, D. S. Statistical methods in the atmospheric sciences. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2011.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to Climatological Practices, WMO- nº 100, 3rd Edition, World Meteorological Organization, Geneva. 2011.

YOUNG, Ian R.; BABANIN, Alexander V.; ZIEGER, Stefan. Global trends in wind speed and wave height. Science : New York, N.Y., nº 332 (6028), p. 451-455, 2011.

ZENOBINI, André. Canal de Acesso ao Porto de Rio Grande está totalmente impraticável. O Litorâneo, 2021. Disponível em: <<https://www.olitoraneo.com.br/>>. Acesso em: 05.jan.2022.

ZHANG, Wei; YAN, Yixin; ZHENG, Jinhai; LI, Ling; DONG, Xue; CAI, Huijuian. Temporal and spatial variability of annual extreme water level in the Pearl River Delta region, China. Global and Planetary Change, nº 69, p. 35-47, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Potenciais impactos climáticos nos terminais

Abaixo é apresentado um detalhamento das tabelas encontradas na Seção “4.1.5 Identificação da relação entre infraestruturas e ameaças climáticas”.

Porto Novo - Área de contêineres e fertilizantes

- Cabeços 8 a 44 - 4 berços

A seguir são apresentados nas Tabelas A1, A2, A3 e A4 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A1: Potenciais impactos climáticos na área de contêineres e fertilizantes do Porto Novo – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaiamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do cais corrido	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva	X						
	Chuva Torrencial	X						
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A2: Potenciais impactos climáticos na área de contêineres e fertilizantes do Porto Novo – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos equipamentos Guindastes e Grabs	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva	X					
	Chuva Torrencial	X					
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvial	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Neblina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A3: Potenciais impactos climáticos na área de contêineres e fertilizantes do Porto Novo – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural do Concreto Armado ou Metálico dos Armazéns	Colapso geotécnico de pátios e armazéns	Inundação de pátios, e armazéns	Destelhamento e quebra de coberturas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X	X	X	X		X	X
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial				X		X	X
	Inundação Fluvial				X		X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A4: Potenciais impactos climáticos na área de contêineres e fertilizantes do Porto Novo – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Poligonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

Porto Novo - Área Roll-On / Roll-Off

- Cabeços 44 a 54 - 1 berço

A seguir são apresentados nas Tabelas A5, A6, A7 e A8 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A5: Potenciais impactos climáticos na área Roll-On / Roll-Off do Porto Novo – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaiamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do cais corrido	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X						
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A6: Potenciais impactos climáticos na área Roll-On / Roll-Off do Porto Novo – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos equipamentos Guindastes	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva						
	Chuva Torrencial	X					
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvial	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Neblina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A7: Potenciais impactos climáticos na área Roll-On / Roll-Off do Porto Novo – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural dos pátios	Colapso geotécnico dos pátios	Inundação de pátios	Destelhamento e quebra de coberturas de edificações operacionais e administrativas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X	X	X	X		X	X
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial		X	X	X		X	X
	Inundação Fluvial						X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A8: Potenciais impactos climáticos na área Roll-On / Roll-Off do Porto Novo – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Poligonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

Porto Novo - Carga Geral

- Cabeços 54 a 62 - 1 berço

A seguir são apresentados nas Tabelas A9, A10, A11 e A12 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A9: Potenciais impactos climáticos na área de Carga Geral do Porto Novo – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaiamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do cais corrido	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva	X						
	Chuva Torrencial	X						
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A10: Potenciais impactos climáticos na área de Carga Geral do Porto Novo – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos equipamentos Guindastes	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva	X					
	Chuva Torrencial	X					
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvial	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Neblina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A11: Potenciais impactos climáticos na área de Carga Geral do Porto Novo – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural do Concreto Armado ou Metálico dos Armazéns	Colapso geotécnico de pátios e armazéns	Inundação de armazéns	Destelhamento e quebra de coberturas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X	X	X	X		X	X
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial				X		X	X
	Inundação Fluvial				X		X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A12: Potenciais impactos climáticos na área de Carga Geral do Porto Novo – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Poligonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

Super Porto - Poligonal de Granéis Líquidos e Fertilizantes

- Braskem
- Transpetro e Petrobrás
- Yara Fertilizantes

A seguir são apresentados nas Tabelas A13, A14, A15 e A16 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A13: Potenciais impactos climáticos na polygonal de granéis líquidos e fertilizantes do Super Porto – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaiamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do píer	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial							
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Nebulina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A14: Potenciais impactos climáticos na polygonal de granéis líquidos e fertilizantes do Super Porto – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos Guindastes, grabs, shiploaders, dutovias e mangotes	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva						
	Chuva Torrencial						
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvial	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Nebulina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A15: Potenciais impactos climáticos na polygonal de granéis líquidos e fertilizantes do Super Porto – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural do Concreto Armado ou Metálico dos Armazéns	Colapso geotécnico de pátios e armazéns	Inundação de armazéns	Destelhamento e quebra de coberturas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial		X	X	X			
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial				X		X	X
	Inundação Fluvial				X		X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Tabela A16: Potenciais impactos climáticos na polygonal de granéis líquidos e fertilizantes do Super Porto – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Polygonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

Super Porto - Poligonal Granéis Agrícolas

- Bunge Alimentos
- Bianchini
- CCGL Tergrasa
- CCGL Termasa

A seguir são apresentados nas Tabelas A17, A18, A19 e A20 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A17: Potenciais impactos climáticos na poligonal de grãos agrícolas do Super Porto – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaiamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do píer	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva	X						
	Chuva Torrencial	X						
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A18: Potenciais impactos climáticos na poligonal de granéis agrícolas do Super Porto – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos guindastes, <i>grabs</i> e <i>shiploaders</i>	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva	X					
	Chuva Torrencial	X					
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvial	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Neblina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A19: Potenciais impactos climáticos na poligonal de granéis agrícolas do Super Porto – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural do Concreto Armado ou Metálico dos Armazéns Silos e Pátios	Colapso geotécnico armazéns, silos e pátios	Inundação de pátios, silos e armazéns	Destelha-mento e quebra de coberturas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X	X	X	X		X	X
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial				X		X	X
	Inundação Fluvial				X		X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A20: Potenciais impactos climáticos na poligonal de granéis agrícolas do Super Porto – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Poligonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

Super Porto - Poligonal de Contêineres

- TECON Rio Grande

A seguir são apresentados nas Tabelas A21, A22, A23 e A24 os possíveis impactos climáticos sobre a acostagem, equipamentos, armazenamento e sistema viário, respectivamente.

Tabela A21: Potenciais impactos climáticos na poligonal de contêineres do Super Porto – Acostagem

		Acostagem						
		Dano Operacional		Dano Infraestrutura				
		Interrupção Operação de Estaçamento e Soltura de Cabos (chegada ou partida)	Demanda de cabos de maior resistência	Colapso do cais corrido	Perda funcional (sem colapso das estruturas) com a incapacidade operacional	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional	Danificação e perda funcional de cabeços e defensas	Incompatibilização geométrica na interface terminal-embarcação
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial							
	Tempestade	X		X	X	X	X	X
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X	X	X	X	X	X	X
	Inundação Pluvial			X	X	X	X	X
	Inundação Fluvi-al			X	X	X	X	X
	Aumento do Nível do Mar			X	X	X	X	X
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A22: Potenciais impactos climáticos na poligonal de contêineres do Super Porto – Equipamentos

		Equipamentos					
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura				
		Interrupção do Embarque / Desembarque	Colapso dos Guindastes e Portâineres	Perda funcional (sem colapso) sem operação	Redução da vida útil dos equipamentos	Manutenção excessiva e Quebras Constantes	Colisão das embarcações com equipamento
Evento Climático Crítico	Chuva						
	Chuva Torrencial						
	Tempestade	X					
	Ventos Críticos (rajadas)	X	X	X	X	X	X
	Ressaca	X					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X	
	Inundação Fluvi-al	X					
	Aumento do Nível do Mar	X					
	Neblina						
	Altas Temperaturas					X	

Fonte: elaboração própria.

Tabela A23: Potenciais impactos climáticos na poligonal de contêineres do Super Porto – Armazenamento

		Armazenamento						
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura					
		Interrupção da Movimentação de Carga (recebimento e expedição)	Colapso estrutural do Concreto Armado ou Metálico edificações operacionais e dos pátios	Colapso geotécnico: edificações, operacionais e dos pátios	Inundação de pátio	Destelha-mento e quebra de coberturas	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva							
	Chuva Torrencial	X	X	X	X		X	X
	Tempestade	X	X	X		X	X	X
	Ventos Críticos	X	X	X		X	X	X
	Ressaca							
	Inundação Pluvial				X		X	X
	Inundação Fluvial				X		X	X
	Aumento do Nível do Mar							
	Neblina							
	Altas Temperaturas							

Fonte: elaboração própria.

Tabela A24: Potenciais impactos climáticos na poligonal de contêineres do Super Porto – Sistema Viário

		Sistema Viário				
		Dano Operacional	Dano Infraestrutura			
		Interrupção do Tráfego Terrestre (Poligonal Portuária)	Colapso estrutural e/ou geotécnico do pavimento	Inundação de pátios ou docas de recepção / expedição	Perda funcional (sem colapso das estruturas)	Redução da vida útil das estruturas sem perda funcional
Evento Climático Crítico	Chuva					
	Chuva Torrencial	X	X	X	X	X
	Tempestade	X	X	X	X	X
	Ventos Críticos					
	Ressaca					
	Inundação Pluvial	X	X	X	X	X
	Inundação Fluvial					
	Aumento do Nível do Mar					
	Neblina					
	Altas Temperaturas					

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE B – Relação causal entre paralisações e limiares climáticos

Na maioria dos casos, uma correlação forte entre duas variáveis não implica que há uma relação de causa-efeito entre elas. Por exemplo, se existe uma correlação positiva e forte entre X e Y, isso não permite concluir que, ao X aumentar, então Y também crescerá. Por isso, aplica-se aqui o teste de causalidade de Granger, que verifica se uma série temporal climática (X) ajuda a prever a série de paralisações (Y). Esse teste visa superar as limitações do uso de simples correlações entre variáveis usadas no levantamento do histórico de impactos associados ao clima. Além disso, pretende confirmar a causalidade do clima com as paralisações abaixo e acima dos limiares apontados anteriormente. O alfa (α) para o teste de causalidade de Granger é definido em 0,95 ($P > 0.05$), com lag, tempo que uma variável afeta a outra, igual a 1, ou seja, considera que uma variável afetará a outra no presente.

Esta análise foi feita baseada na hipótese de que, havendo causalidade entre o clima e as paralisações, os valores que estiverem acima dos limites estabelecidos possuem possibilidade de ocorrência de paralisações, independente da duração desta.

Analisando as Tabelas B1 e B2, pode-se dizer que o Porto do Rio Grande apresenta efeitos de causalidade quando o vento é maior que 3,0 m/s e/ou quando a precipitação acumulada é maior que 10 mm. Assim, valores que excedam esses limiares irão causar paralisações no Porto do Rio Grande.

Tabela B1: Relação de causalidade pelo método de Granger no Porto do Rio Grande para $VV < 3$ m/s e/ou $R < 10$ mm

Velocidade do Vento < 3 m/s; Precipitação acumulada < 10 mm			
Hipótese Nula	F-Statistic	Probabilidade	Interpretação
<i>R Does not Granger cause P</i>	4.8389	0.02331	Sem relação causal
<i>VV Does not Granger cause P</i>	3.9766	0.02481	Sem relação causal

R – Precipitação; VV – Velocidade do Vento; P – Paralisações

Fonte: elaboração própria.

Tabela B2: Relação de causalidade pelo método de Granger no Porto do Rio Grande para $VV > 3$ m/s e/ou $R > 10$ mm

Velocidade do Vento > 3 m/s; Precipitação acumulada > 10 mm			
Hipótese Nula	F-Statistic	Probabilidade	Interpretação
<i>R Does not Granger cause P</i>	1.3906	0.3026	Relação de causalidade
<i>VV Does not Granger cause P</i>	0.7781	0.4986	Relação de causalidade

R – Precipitação; VV – Velocidade do Vento; P – Paralisações

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE C – Análise de Normas e Legislações Pertinentes

As análises de normas e legislações pertinentes aos portos servem para ajudar a identificar os limiares climáticos que servirão para a análise de probabilidade das ameaças climáticas. As normas e legislações foram utilizadas uma vez que o porto não dispunha de dados relacionados aos danos à infraestrutura.

Desta forma, para se obter os dados necessários, foram realizadas perguntas via email aos técnicos da Praticagem a fim de se estabelecer os parâmetros considerados. Em resposta, a Praticagem designou documentos a serem avaliados visando responder aos questionamentos requisitados e, em adição, levantou-se documentos complementares. Todos os documentos utilizados na análise são descritos a seguir:

- **Ordem de Serviço nº 23, de 26 de outubro de 2020**

Estabelece o calado máximo das embarcações do Porto do Rio Grande e as velocidades máximas de navegação nos canais. Essa base de regulamentação relaciona-se aos canais internos, no segmento após o abrigo realizado pelos molhes. Nessa Ordem de Serviço não são especificadas as condições limites de vento e corrente que impactam à segurança de navegação nos canais.

- **Ordem de Serviço nº27, de 17 de dezembro de 2020**

Estabelece os seguintes parâmetros: calado máximo do canal externo e velocidades máximas de navegação, estando vinculadas a parâmetros de ventos, correntes e alturas de ondas. Nessa Ordem de Serviço são especificadas as condições de impraticabilidade do Porto em toda área, bem como, a entrada e saída dos molhes.

- **Ordem de Serviço nº28, de 17 de dezembro de 2020**

Estabelece os parâmetros para as manobras de giro dos navios ao norte e a leste do TECON, estando vinculadas a parâmetros de ventos e correntes.

- **Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos (NPCP) do Rio Grande do Sul, estabelecida pela Portaria Nº 14/CPRS, de 4 de março de 2020, Marinha do Brasil – Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul**

Estabelece parâmetros operacionais quanto a tráfego e manobra de embarcações, conforme calado, comprimento total (LOA), condições de correntes de marés (enchimento e vazante) e intensidade de ventos.

As informações referentes aos danos operacionais do Porto de Rio Grande estão associadas à impraticabilidade das operações e levam em consideração o conceito estabelecido pelo documento de “NORMAS E PROCEDIMENTOS DA CAPITANIA DOS PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL – NPCP – RS/2020”.

Segundo o documento, a impraticabilidade do Porto é a situação que se configura quando as condições meteorológicas, o estado mar, acidentes ou fatos da navegação ou deficiências técnicas implicam em inaceitável risco à segurança da navegação, desaconselhando a realização de fainas de praticagem, o tráfego de embarcações e/ou o embarque/desembarque do Prático (MARINHA DO BRASIL, 2020).

Outras normas também foram levadas em consideração ao se definir os limiares críticos nesta etapa do estudo, dentro das quais se destacam as Normas da Autoridade Marítima – NORMAM, as Normas Regulamentadoras – NR e as Normas Brasileiras – NBR, cada qual com sua especificidade e objetivo. A seguir, constam as principais informações a respeito das normas apontadas.

NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA – NORMAM – DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS

A Marinha do Brasil detém um conjunto de normas que organizam atividades marítimas, costeiras, lacustres e de navegação do interior. Essas normas abrangem desde a homologação de materiais (para embarcações e equipamentos), construção e manutenção de infraestrutura costeira, operação de embarcações, serviços de praticagem, mão de obra de aquaviários, salvaguarda e competência de polícia quanto à fiscalização, segurança e investigação de acidentes náuticos⁴.

Para compreensão complementar dos fatores climáticos limitantes foram consultadas algumas das normas para verificação da existência de parâmetros. A primeira norma consultada foi a NORMAN 12/DPC⁵ que aborda os serviços de praticagem nos portos de jurisdição brasileira, sendo compreendidos os seguintes itens:

- a. A norma indica a Declaração de Impraticabilidade de uma Zona Portuária com a responsabilidade de realização pela Capitania dos Portos, tendo o caráter total e imparcial⁶. Essa característica, por exemplo, é observada na NPCP da Capitania dos Portos de São Paulo, onde constam os parâmetros de visibilidade, altura de ondas e correntes que declara a impraticabilidade da barra do porto de Santos.
- b. A norma descreve as definições e responsabilidades do porto, declarando os fatores relacionados ao meio ambiente que afetam o controle dos navios sendo: (a) ventos; (b) correntes; (c) ondas; (d) estabilidade de governo com os efeitos do meio ambiente (ex. cunha salina); (e) Interação do navio com águas rasas, bancos, canais estreitos e outros navios⁷.
- c. Contudo, a norma indica que os parâmetros de intensidade e magnitude dos fatores ambientais, relacionados ao porte das embarcações e as características intrínsecas a cada terminal portuário estão contidos nas Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos, para cada porto⁸.

A NORMAN 8/DPC⁹, referente ao tráfego e permanência de embarcações em águas brasileiras, indica a responsabilidade da tripulação das embarcações quanto à necessidade do conhecimento das características e limites meteorológicos da costa e das áreas portuárias brasileiras e quanto a swell, força do vento e corrente. A mesma norma também indica que o comando das embarcações, sendo nacionais ou estrangeiras, devem obedecer às orientações da Capitania dos Portos e à Praticagem, quando no processo de acostagem, conforme descrito na NORMAN-12. A norma também indica os procedimentos, protocolos de segurança, registros de incidentes necessários para as atividades. Porém não são observados valores descritos conforme são apresentados nas NPCP.

NORMAS REGULAMENTADORAS E NORMAS BRASILEIRAS

As Normas Regulamentadoras (NR) são dispositivos normativos complementares à Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) referentes ao tema Da Segurança e da Medicina do Trabalho (Capítulo V). É composta por um conjunto de 37 normas que abordam regras e condutas de segurança aos trabalhadores e condutas de risco e mitigação de acidentes laborais.

O trabalho da estiva moderna portuária abrange atividades de risco laboral, sendo alguns deles genericamente citados: exposição a intempéries, risco de queda em altura, queda de objetos sob o operário, esforços mecânicos, ruídos excessivos, operação de equipamentos, ergonomia e manuseio de produtos químicos.

Pode-se afirmar aqui que o conjunto de protocolos e indicativos descritos nas NRs levam em conta os limites admissíveis da execução do trabalho, sem causar danos à saúde do operário. Logo, orientações de limites de velocidade de empilhadeiras em pátios e de içamento de cargas em guias, por exemplo, levam em conta apenas o limite de segurança para o trabalhador, não sendo avaliados limites estruturais ou operacionais do equipamento.

Os parâmetros de ventos críticos de projeto de guindastes e de ventos de operação são descritos nas Normas Brasileiras (NBR). O projeto de guindastes, quanto a componentes estruturais do equipamento, é normatizado pela NBR 8400 – Cálculo de Equipamento para Levantamento e Movimentação de Cargas. Nessa norma, as solicitações estruturais devido aos efeitos climáticos consideradas são a variação da temperatura e a ação do vento.

A operação de guindastes é normatizada conforme a norma NBR 13129. Considerando no cálculo da carga do vento em guindaste que a ação do vento sopra horizontalmente em todas as direções da estrutura e que a velocidade é constante, causando assim, uma reação estática às cargas, a norma considera velocidades e pressões aerodinâmicas para a operação de guindastes que são apresentadas no tópico relacionado aos Limiares Climáticos.

Os valores verificados conforme normas e legislações pertinentes aos limiares climáticos do Porto de Rio Grande pode ser observado a seguir:

Limites Operacionais: Canais de Acesso, Bacias de Evolução e Fundeadouros

Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos (NPCP) do Rio Grande do Sul, estabelecida pela Portaria Nº 14/CPRS, de 4 de março de 2020, pela Marinha do Brasil – Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul estabelece os seguintes parâmetros:

- No Porto Novo, em decorrência da atividade econômica do estaleiro QGI – atualmente inoperante – a NPCP, quando há ocorrência da estada de duas plataformas FPSO10 no cais, limita, a partir do cabeço 8, o tráfego diurno e com cabo de reboque para embarcações com LOA > 150 m a (Tabela C1):

Tabela C1: Limiares críticos no Porto Novo em decorrência da atividade econômica do estaleiro QGI

Parâmetro	Limites
Velocidade de Ventos	≥ 20 nós (10,3 m/s)
Corrente de enchente	1 nó (0,5 m/s)
Corrente de vazante	1,5 nós (0,8 m/s)

Fonte: elaboração própria.

- Para os fundeadouros há descrições da compatibilidade geométrica das embarcações, como o LOA e o calado para as áreas Alfa, Echo, e Golf, não tendo especificamente a operação nos mesmos algum parâmetro meteorológico específico para os respectivos fundeadouros¹¹.
 - A base normativa também descreve a localização e as respectivas compatibilidade operacional da geométrica de navios para as duas bacias de manobra entre os terminais (a) Braskem e Yara Fertilizantes; e (b) Bunge Alimentos e TECON¹².
 - Quanto as restrições para manobras quanto a limitantes climáticos e de correntes temos¹³ (Tabela C2):

Tabela C2: Limiares críticos climáticos e de correntes para manobras

Parâmetros climáticos	Entrada e saída de popa com navios RO-RO		Atracação com correnteza pela popa	Atracação de navios a contrabordo	Navios em faina de transbordo de produtos perigosos	
	Noturno	Diurno			Interrupção do bombeamento	Desengajar
Ventos	< 15 nós (7,7 m/s)	< 25 nós (12,9 m/s)	< 15 nós (7,7 m/s)	< 20 nós (10,3 m/s)	> 25 nós (12,9 m/s)	> 30 nós (15,4 m/s)
14	-	-	< 2 nós (1,0 m/s)	-	-	-

*Correntes acima de 2 nós (1,0 m/s) caracterizam em "manobra especial de cuidado extremo" para navios que necessitem operar carga e descarga por bordo específico (RO-RO, navios self-sustained com guindaste a bordo, alinhado à bombordo ou boreste). Necessita consulta a Autoridade Marítima. Quando comparado a base normativa NPCP de 2017 para a versão 2020, a velocidade da corrente foi reduzida de 3 nós para o atual 2 nós.

Fonte: elaboração própria.

A atual versão da NPCP-RS (2020) não descreve os parâmetros das velocidades máximas permitidas de manobras, sendo referenciado as Ordens de Serviço da Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul.

Conforme a Obra de Dragagem e Manutenção realizada em 2015 no Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária II, os respectivos parâmetros de calado operacional realizados no Canal de Acesso Externo, Canal Acesso Interno, Canal do Porto Novo e Canal do Porto Velho encontram-se descritos nas Ordens de Serviço nº 23 e nº 27.

A Ordem de Serviço nº 23, de 26 de outubro de 2020 estabelece os seguintes parâmetros:

1. Calados máximos para o Canal Interno de Acesso ao porto¹⁵ e para o Canal do Porto Novo¹⁶ (Tabela C3).

Tabela C3: Parâmetros de calados máximos para Canal Interno de Acesso ao porto e para o Canal do Porto Novo

Parâmetro	Canal Interno de Acesso ao porto	Canal Porto Novo
Calado Máximo	15 m (49,2 pés)	9,45 m (31 pés)

Fonte: elaboração própria.

2. As velocidades das embarcações¹⁷ (Tabela C4):

Tabela C4: Parâmetros de velocidades das embarcações

Parâmetro	Entre as boias 7 e 9	Entre as boias 9 e o par de boias 3 e 4	Entre o par de boias 3 e 4 e o canal do cais do Porto Novo	Canal Porto Velho
Velocidade das embarcações	12 nós (6,2 m/s);	10 nós (5,1 m/s);	5 nós (2,6 m/s);	5 nós (2,6 m/s).

Fonte: elaboração própria.

A Ordem de Serviço nº 27, de 17 de dezembro de 2020 estabelece os seguintes parâmetros:

1. Canal Externo de acesso ao porto terá calado máximo de 15 m (49,2 pés) quando (Tabela C5):

Tabela C5: Parâmetros pelos quais o Canal Externo de acesso ao porto terá calado máximo de 15 m

Parâmetro	Canal Externo de acesso ao porto
Ondas	<= 3 m
Ventos	< 27 nós (13,9 m/s)

Fonte: elaboração própria.

2. Canal Externo deve possuir (Tabela C6):

Tabela C6: Parâmetros de velocidade máxima de navegação que o canal externo deve possuir

Parâmetro	Valor
Velocidade Máxima de Navegação	12 nós (6,2 m/s)

Fonte: elaboração própria.

3. Impraticabilidade do Porto (Tabela C7):

Tabela C7: Limiares críticos para definição de Impraticabilidade do porto

Parâmetros climáticos	Impraticabilidade do Porto		
	Toda área, entrada e saída dos molhes:	Entrada e Saída dos Molhes	
		Período diurno	Período noturno
Velocidade dos Ventos	> 35 nós (18 m/s)	-	-
Ondas (externas a barra)	-	$\geq 3,5$ m	$\geq 2,5$ m
Corrente de Través (na boca dos molhes)	-	$\geq 4,0$ nós (2,1 m/s)	$\geq 4,0$ nós (2,1 m/s)
Corrente de Vazante	> 5 nós (2,6 m/s)	-	-
Corrente de Enchente	> 4 nós (2,1 m/s)	-	-
Visibilidade	< 500 jardas (0,25 nm ou 457 m)	-	-

Fonte: elaboração própria.

A Ordem de Serviço nº 28, de 17 de dezembro de 2020 estabelece os seguintes parâmetros:

a. Impraticabilidade de manobras de giro dos navios ao norte e a leste do TECON (Tabela C8):

Tabela C8: Limiares críticos para definição de Impraticabilidade de manobras de giro dos navios ao norte e a leste do TECON:

Parâmetros climáticos	Valores
Velocidade dos Ventos	> 27 nós (13,9 m/s)
Velocidade de Corrente	> 2 nós (1,0 m/s)

Fonte: elaboração própria.

- b. Demanda de rebocadores azimutais com capacidade acima de 45 TBP, conforme o respectivo quantitativo (Tabela C9)

Tabela C9: Limiares críticos para definição de demanda de rebocadores azimutais com capacidade acima de 45 TBP:

Parâmetros climáticos	Quantidade de Rebocadores	
	Dois rebocadores	Três rebocadores
Velocidade dos Ventos	< 20 nós (10,3 m/s)	> 20 nós (10,3 m/s)
Velocidade de Corrente	< 1,5 nós (1,5 m/s)	> 1,5 nós (1,5 m/s)

Fonte: elaboração própria.

Da mesma forma, foram consultadas a NORMAN 01/DCP – Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto e a NORMAN 04/DCP – Normas da Autoridade Marítima para Operação de Embarcações Estrangeiras em Águas Jurisdicionais Brasileiras. Ambas também não contam com parâmetros climáticos e de correntes de marés conforme descritos nas NPCP.

Ao investigar a base normativa da NR, quanto a indicadores de intensidade de eventos climáticos, tais como, ventos, temperaturas elevadas, temporais e neblina, foram encontrados parâmetros declarados a atividades laborais em que vento é crítico à execução segura da atividade. No contexto demandado por esse estudo de impactos das mudanças climáticas a infraestrutura e operação dos terminais, quando observados os equipamentos portuários, equipamentos de solo e transportadores contínuos são citadas as seguintes NR e as respectivas orientações:

- a. NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais¹⁸: a norma discorre sobre a segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras. Porém não cita parâmetros limites climáticos, principalmente condições críticas de ventos e chuvas;
- b. NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos¹⁹: conforme a demanda de equipamentos tais como guias, guindastes, shiploaders, reachstackers, empilhadeiras, máquinas e tratores de solo, realizou-se a consulta a essa NR. A mesma discorre sobre arranjo físico, instalações, dispositivos elétricos, dispositivos de partida, acionamento e parada, dispositivos de parada de emergência, componentes pressurizados, transportadores de materiais, aspectos ergonômicos, manutenção, inspeção, sinalização e procedimentos de trabalho e segurança. A norma descreve para equipamentos que tenham sensibilidade a ação de ventos críticos deverá ser equipada com anemômetro, com dispositivos de alerta visual e sonoro de indicação ao operador. O limite para ventos é de $v \geq 9,7$ m/s (18,9 nós) para equipamentos plataforma elevatória de braço articulado (cesto suspenso) e guias. Essa norma não cita interferência e define limites operacionais para demais condições climáticas adversas.
- c. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção²⁰: esta norma estabelece diretrizes administrativas, de planejamento e de organização à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança no meio

ambiente de trabalho na Indústria da Construção. Como alguns terminais portuários e estaleiros utilizam-se das gruas clássicas desse segmento, realizou-se assim a consulta a respectiva norma. Quanto a criticidade dos ventos a norma indica que gruas devem dispor de anemômetros e alertas sonoros que indique a ocorrência de ventos críticos. O valor limite conta com $v > 11,7$ m/s (22,7 nós), sendo totalmente interdita a operação da grua. A norma descreve situação específica, com conjunto de características específicas do equipamento e operação da grua, para regime de ventos superiores a 11,7 m/s e limitados a 20 m/s (38,9 nós). Outras atividades descritas na norma e não relativas a atividade portuária levam em consideração a ocorrência de ventos fortes e chuvas, porém sem descrever os respectivos limites.

d. NR 30 – Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário²¹: norma aplicada aos trabalhos realizados em embarcações comerciais, de bandeiras nacional e estrangeiras, utilizadas no transporte de cargas ou de passageiros, inclusive embarcações de apoio operacional. Quanto ao item de movimentação de carga a norma indica a necessidade de certificação e inspeção dos equipamentos. Porém não descreve características de inoperabilidade do equipamento por condições climáticas. No item referente a segurança na manutenção em embarcação em operação, condições climáticas e ambientais são citadas para a interrupção de trabalhos realizados em altura, descritos no item 30.14.7.1, sendo elas: (a) iluminação insuficiente; (b) condições meteorológicas adversas como chuvas, ventos relativos com intensidades superiores a 20 nós (10,3 m/s) e ondas com altura acima de 2,5 m; e (c) na ocorrência de balanços longitudinais e transversais que possam causar riscos ao trabalhador.

e. NR 34 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, Reparação e Desmonte Naval²²: esta norma estabelece requisitos mínimos e medidas de proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente de trabalho nas atividades da indústria de construção, reparação e desmonte naval. Nos trabalhos em altura, montagem, desmontagem, manutenção e o acesso por cordas, são interrompidos em condições de ventos superiores a 11,1 m/s (21,6 nós). São autorizados o trabalho em altura com ventos de $11,1$ m/s (21,6 nós) $< v < 15,3$ m/s (29,7 nós) conforme itens descritos no item 34.6.2.2. O acesso via cordas consta com execução autorizada conforme item 34.6.6.9.1 para intervalo de intensidade de ventos entre 11,1 m/s (21,6 nós) $< v < 12,8$ m/s (24,8 nós). A operação de gruas é limitada a ventos $v > 11,7$ m/s (22,7 nós). Em condições excepcionais são autorizadas a operação com ventos superiores a 11,7 m/s e limitados a 20 m/s (38,9 nós). Os trabalhos de montagem, desmontagem e manutenção podem ocorrer em condições mediante a autorização com ventos superiores a 11,7 m/s e limitados a 12,8 m/s (24,8 nós). No trabalho em fluentes deve considerar as seguintes condições: (a) serviços a bordo interrompidos com vento com velocidade de 3,3 m/s a 5,3 m/s e altura de onda entre 0,5 m e 1,25 m; (b) evacuação do flutuante vento com velocidade de 8,1 m/s a 38 km/h e altura de onda entre 2,5 m e 4,0 m; (c) flutuante com propulsão própria realize deslocamento seguro em condições vento com velocidade de 8,1 m/s a 38 km/h e altura de onda entre 2,5 m e 4,0 m.

f. NR 35 – Trabalho em Altura²³: A norma estabelece requisito mínimos e medidas de proteção para o trabalho em altura de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. A norma declara como condições de impedimento do trabalho de acesso por cordas deve ser interrompido com ventos $v > 11,1$ m/s (21,6 nós). A

condição excepcional deve atender os requisitos descritos na seção 5.2 e limitados a ventos entre 11,1 m/s e 12,8 m/s.

Em relação a Norma NBR 840024, o limite da variação da temperatura descrita na norma é de -10°C a 50°C, críticos aos elementos que estão impossibilitados de dilatar livremente como treliças ou demais estruturas metálicas de guindastes, gruas, shiploaders, shipunloaders, entre outros equipamentos com braços ou colunas de sustentação. Quanto ao vento, a forma do equipamento condiciona as respectivas ações do vento. A norma do projeto considera que a estrutura deverá ter resistência às solicitações de ventos em todas as direções. As velocidades para ventos considerados para limite de operação, os ventos máximos para não operação e as respectivas pressões aerodinâmicas assumidas para o dimensionamento são apresentadas na Tabela C10.

Tabela C10: Velocidades e pressões aerodinâmicas segundo a NBR 8400.

Altura em relação ao solo (m)	Vento Limite de Serviço			Vento Máximo (fora de serviço)		
	Velocidade		Pressão aerodinâmica (N/m ²)	Velocidade		Pressão aerodinâmica (N/m ²)
	(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)	
0 a 20	20	72	250	36	130	800
20 a 100	-	-	-	42	150	1100
> 100	-	-	-	46	165	1300

Fonte: elaboração própria.

Quanto ao impacto e o dano estrutura dos equipamentos de içamento temos as velocidades críticas em relação às alturas dos equipamentos em relação ao solo, nos valores de 36,1 m/s, 41,7 m/s e 45,8 m/s.

Por outro lado, a norma NBR 1312925 sugere o valor de velocidade de ventos de 20 m/s para guindastes instalados em áreas livres (Tabela C11).

Tabela C11: Velocidades e pressões aerodinâmicas segundo a NBR 13129

Tipo de Guindaste	Velocidade do Vento		Pressão Dinâmica do Vento (N/m ²)
	(m/s)	(km/h)	
Guindastes facilmente fixados contra a ação dos ventos, projetados somente para operação de ventos leves (ex.: guindastes de chassi baixo com lanças que podem ser baixadas facilmente ao solo)	14	50,4	125
Todos os tipos normais de guindastes instalados em áreas livres	20	72	250
Guindastes descarregados tipo transportador, que deve continuar operando com ventos fortes	28,5	102,6	500

Fonte: elaboração própria.

Sendo assim, pode-se constatar que as Normas Regulamentadoras e a Norma Brasileira convergem no patamar limite de serviço à velocidade de 20 m/s. Sob essa intensidade de vento, segundo as preconizações de segurança laboral, para obterem permissão laboral, os operadores necessitam atender condições complementares impostas e descritas nas respectivas NRs concedentes.

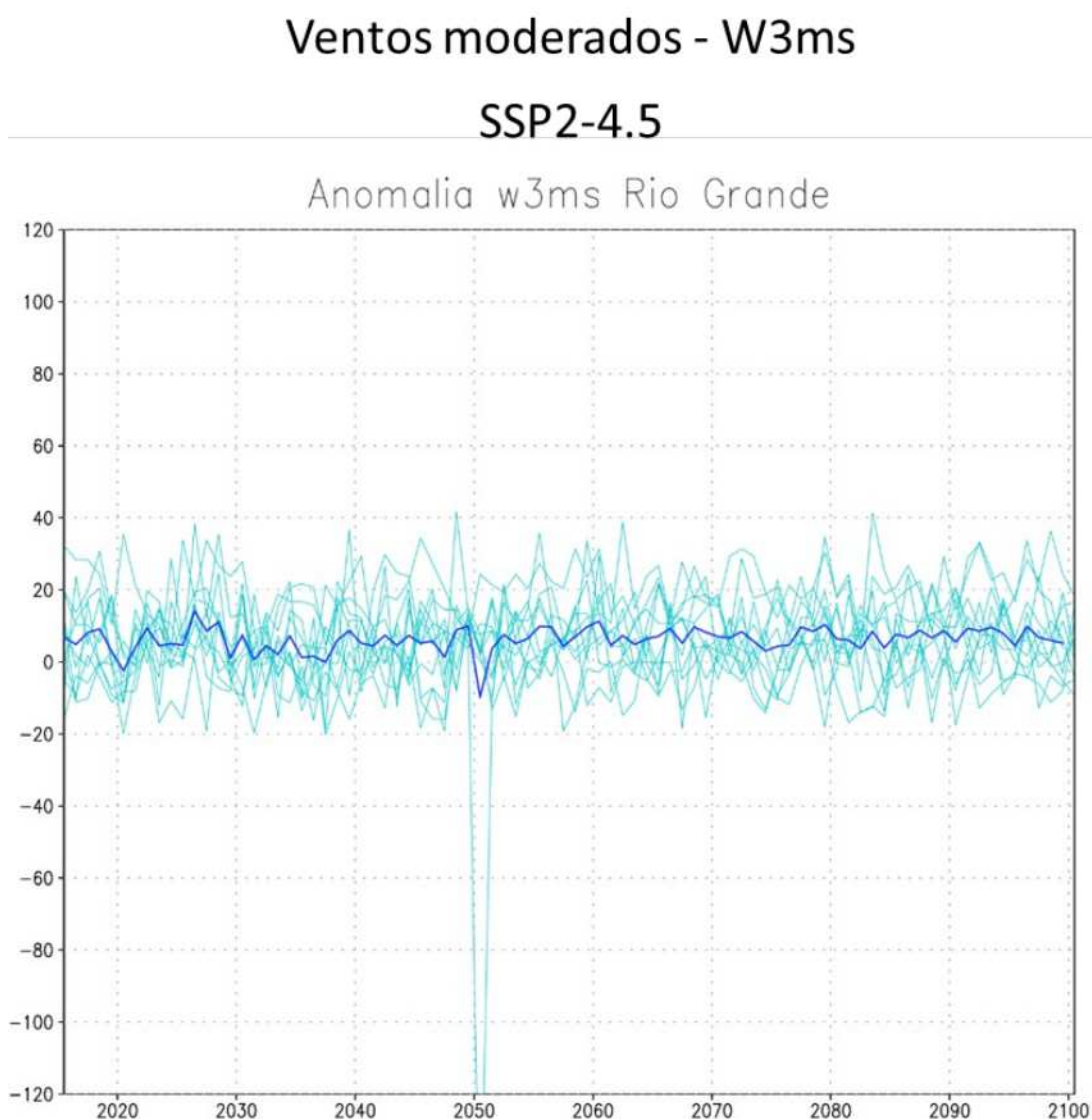
Para o atual estudo de impactos climáticos, podemos considerar como velocidades críticas aos equipamentos estruturados em semipórtico, pórtico e lanças, tais como, guindastes grabs, guindastes convencionais, guindastes convencionais, gruas, guindaste pórtico sobre pneus para contêineres (transtêineres), portâiner e shiploaders, em função das seguintes categorias de danos:

- a. Danos a operação: velocidade crítica limite de 9,7 m/s a 11,7 m/s;
- b. Danos a infraestrutura: velocidade crítica limite de 36,1 m/s a 41,7 m/s.

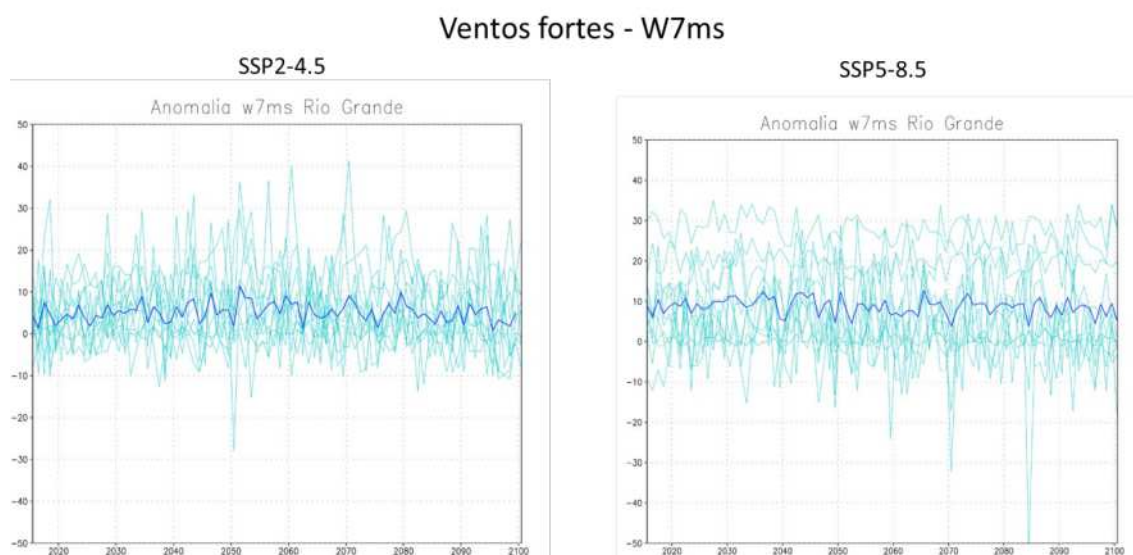
APÊNDICE D – Cenários de Mudança do Clima para Rio Grande

Para o futuro, projeções de modelos de clima indicam um aumento de ventos extremos em áreas tropicais (RANASINGHE et al., no prelo). Em Rio Grande, projeções climáticas de 12 modelos regionais de clima demonstram uma concordância significativa em aumento no vento médio a partir de 2041-2060 para os cenários moderado (RCP4.5) e de altas de emissões de gases do efeito estufa (RCP8.5, não ilustrado). A análise customizada para Rio Grande usando mais de uma dezena de modelos de clima e dois cenários de emissões de gases de efeito estufa (moderado e alto) indica que ventos moderados (> 3 m/s, W3ms) devem se tornar mais frequentes no fim do século. Ou seja, mais de 75% dos modelos concordam com o sinal de sinal de aumento. Para frequência de ventos fortes (> 7 m/s e > 10 m/s, W7ms e W10ms), não existe um sinal claro de mudança. O resumo das concordâncias dos modelos para os ventos muito fortes, fortes e moderados pode ser visto a seguir pelas Figuras D1, D2 e D3.

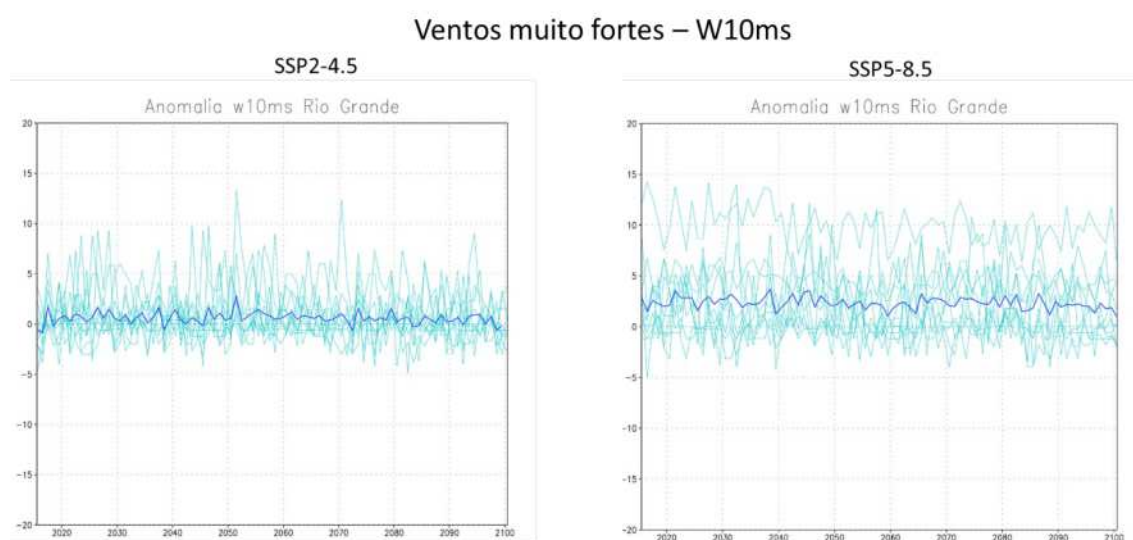
Figura D1: Resumo da concordância de modelos para ventos moderados do cenário SSP2-4.5



Fonte: elaboração própria.

Figura D2: Resumo da concordância de modelos para ventos fortes dos cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5

Fonte: elaboração própria.

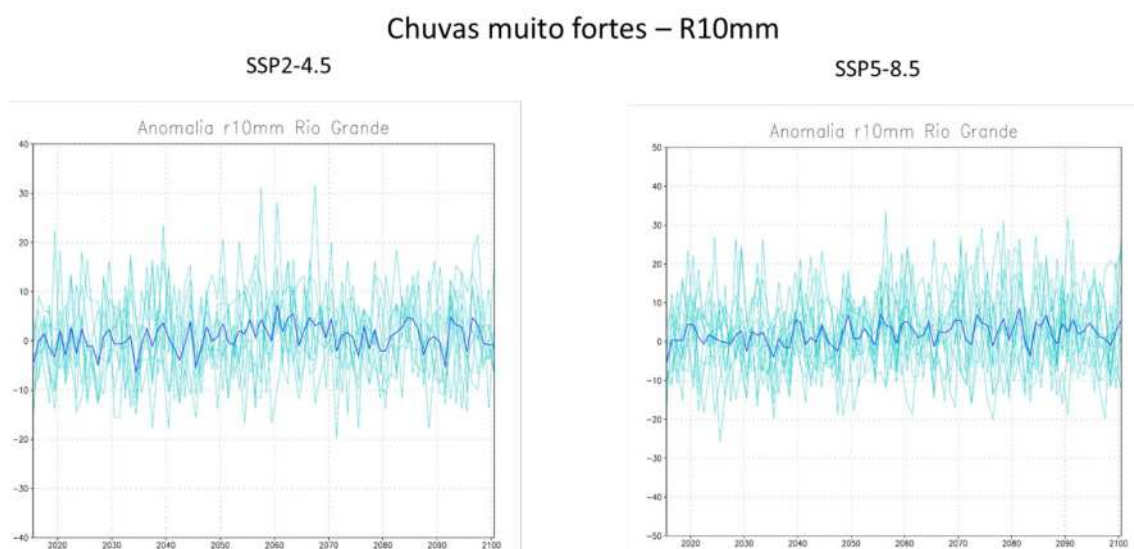
Figura D3: Resumo da concordância de modelos para ventos muito fortes dos cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5

Fonte: elaboração própria.

Para o futuro, as projeções de modelos regionais de clima indicam um aumento na chuva total anual, chuva máxima anual (Rx1day) e na chuva máxima anual acumulada em 5 dias (Rx5day) para Rio Grande no final do século quando considerando o cenário de altas emissões RCP8.5. A análise customizada para Rio Grande usando mais de uma dezena de modelos de clima forçados por pelo cenário de emissões de gases de efeito estufa (moderado e alto) indica um possível aumento na frequência de chuvas persistentes (> 1 mm) e chuvas fortes (> 10 mm). Embora a média do conjunto de modelos indique um sinal de aumento para o cenário de altas emissões (SSP5-8.5) em ambos os casos, a concordância entre os modelos é menor que 75%.

O resumo das concordâncias dos modelos para chuvas muito fortes pode ser visto a seguir pela Figura D4.

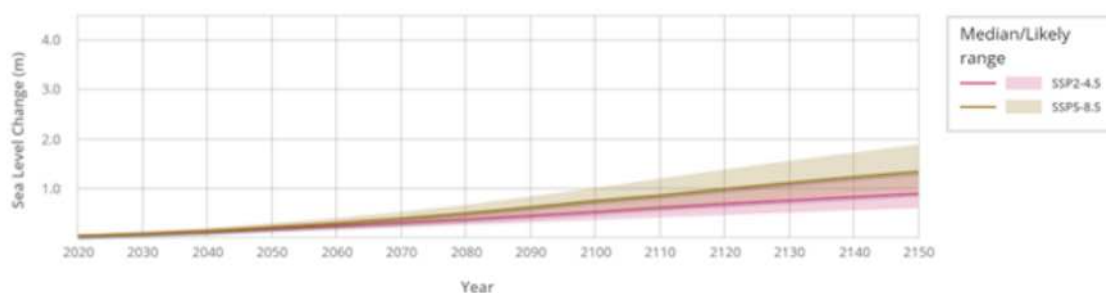
Figura D4: Resumo da concordância de modelos para ventos muito fortes dos cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5



Fonte: elaboração própria.

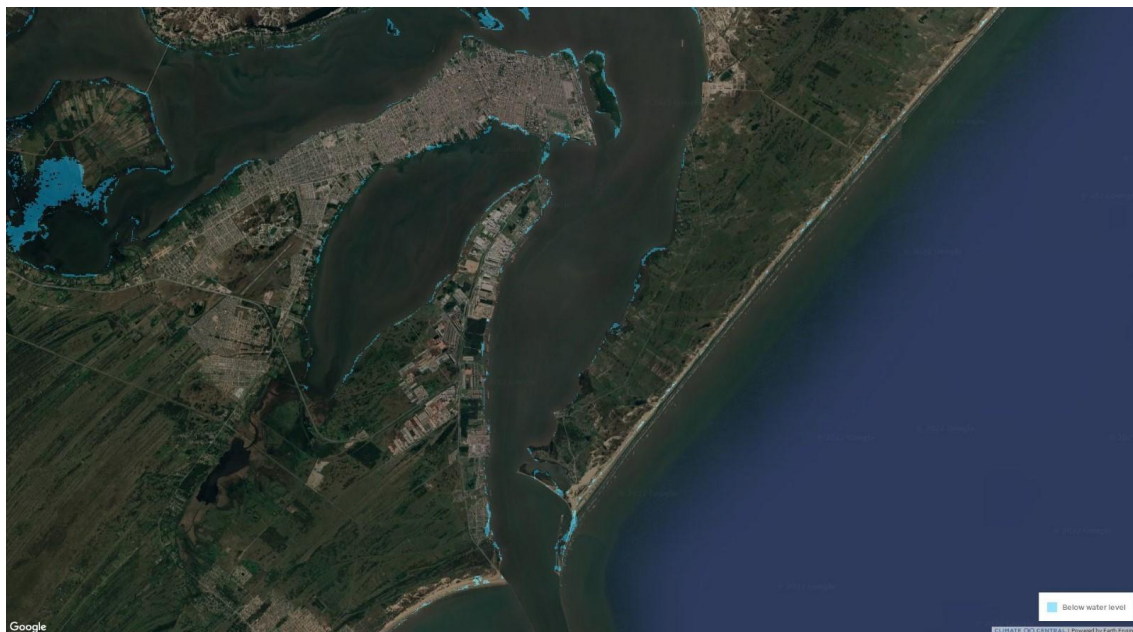
No futuro, é praticamente certo que o nível médio global do mar continuará a subir (Fox-Kemper et al., no prelo) e que a maioria das costas arenosas sofrerão recuo da linha de costa ao longo do século 21 (RANASINGHE et al., no prelo). Ambos os cenários de emissões (moderado e alto) mostram um aumento na frequência do nível extremo do mar em Rio Grande (VOUSDOKAS et al., 2018). Todos os modelos de clima concordam com o ANM em Rio Grande, e as projeções indicam uma elevação de 8-9 cm até 2030, 19-22 cm até 2050 e 45-62 cm até 2090 a depender do cenário de emissões (Figura D5). A exemplo, em 2050, grandes áreas poderão ser inundadas anualmente devido à combinação de ressacas e ANM (Figura D6).

Figura D5: Projeções de mudança no nível médio do mar para o período de 2020–2150 em relação ao período de referência de 1995–2014 derivadas de dezenas de modelos de clima forçados por dois cenários de emissões: moderado (SSP2-4.5, em rosa) e altas emissões (SSP5-8.5, em marrom) no Porto do Rio Grande



Fonte: Adaptado de NASA, 2022b.

Figura D6: Área inundada (aumento do nível do mar mais ressacas com Tempo de Retorno de 1 ano) para o cenário de altas emissões (SSP5-8.5) para o ano de 2050 para Rio Grande



Fonte: Climate Central, 2022.

