

LOGÍSTICA DE EMERGÊNCIA PARA O PORTO DE SANTOS: UM PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA DESASTRES NATURAIS.

Emergency Logistics for the Port of Santos: A Contingency Plan for Natural Disasters

Danubia Mayumi Aihara.

danubia.aihara@fatec.sp.gov.br

João Augusto Amaral da Silva.

joao.silva689@fatec.sp.gov.br

Pedro Calderaro Martins.

pedro.martins16@fatec.sp.gov.br

Orientador: Profº M. Sc. Cícero Soares da Silva.

cicero.silva@fatec.sp.gov.br

Coorientador: Profº Esp. Rubens Barreto da Silva.

rbarreto@fatec.sp.gov.br

Fatec, São José dos Campos, SP.

RESUMO

O Porto de Santos, considerado o maior complexo portuário da América Latina, exerce papel estratégico na logística brasileira ao concentrar a maior parte das operações de importação e exportação do país. Entretanto, essa elevada concentração logística também representa um ponto crítico de vulnerabilidade para a economia nacional, especialmente diante da possibilidade de desastres naturais, como inundações, deslizamentos e tempestades intensas, capazes de interromper total ou parcialmente suas atividades. Diante desse cenário, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar os impactos econômicos decorrentes de uma eventual paralisação completa do Porto de Santos causada por eventos extremos, com base em pesquisas. A pesquisa considera as características das cargas movimentadas e a capacidade das infraestruturas portuárias alternativas, propondo estudar rotas que possam ser eficientes em situações de emergência. Os resultados esperados têm como objetivo contribuir com estratégias de resiliência logística para o setor portuário nacional e de alguma forma ajudar indiretamente as possíveis pessoas atingidas em uma eventual situação de desastre.

Palavras-chave: Porto de Santos. Logística. Desastre natural. Transporte multimodal. Economia.

ABSTRACT

The Port of Santos, considered the largest port complex in Latin America, plays a strategic role in Brazilian logistics by concentrating most of the country's import and export operations. However, this high logistics concentration also represents a critical point of vulnerability for the national economy, especially relating to the possibility of natural disasters, such as floods, landslides and intense storms, capable of interrupting totally or partially its activities. Given this scenario, the aim of this Final Paper is to analyze the economic impacts resulting from a possible complete shutdown of the Port of Santos caused by extreme events, based in research conducted about it. The research considers the characteristics of the cargo handled and the capacity of alternative port infrastructures, proposing to examine routes that could be efficient in emergency situations. The expected outcomes aim to contribute to the development of logistical resilience strategies for the national port sector and, indirectly, to provide support to people potentially affected in the event of a disaster.

Keywords: Port of Santos. Logistics. Natural disaster. Multimodal transportation. Economy.

XII CIMATech: 04 de Dezembro de 2025, FATEC-SJC, São José dos Campos / SP

1. INTRODUÇÃO

O Porto de Santos é atualmente o maior complexo portuário da América Latina (ANTAQ, 2024), desempenhando um papel crucial na economia brasileira por ser a principal porta de entrada e saída de mercadorias do país. Sua localização estratégica e infraestrutura robusta o tornam um elo vital nas cadeias de suprimentos nacionais e internacionais. Segundo a APS (2020), o porto abrange uma área de 7,8 milhões de m² e se estende por 25 km de canal, com 16 km de cais, permitindo a navegação de embarcações de grande porte, com até 340 metros de comprimento e calado máximo de 14,5 metros.

A movimentação de cargas no Porto de Santos é multimodal, integrando os sistemas rodoviário (58% da movimentação), ferroviário (36%, com planos de expansão) e dutoviário (petróleo e derivados). Em 2024, o porto alcançou um recorde histórico de movimentação de 179,8 milhões de toneladas de cargas, incluindo 5 milhões de TEUs (contêineres), totalizando um valor estimado de US\$ 103,3 bilhões (FOB). Entre as cargas de maior relevância por peso destacam-se: soja em grãos (27,8 milhões), açúcar (25,5 milhões), fertilizantes (5,6 milhões) e óleo diesel e gasolina (2,5 milhões), segundo dados da APS (2025).

Essa elevada concentração de atividades torna o porto um ponto sensível para a economia nacional em caso de desastres naturais, que podem paralisar total ou parcialmente suas operações. Eventos como deslizamentos de terra, inundações severas ou tempestades intensas geram perdas financeiras diretas — decorrentes da interrupção das operações marítimas — e indiretas, afetando a produção industrial, o comércio e a logística em todo o país. Assim, surge a urgência de garantir a continuidade do fluxo de mercadorias, especialmente aquelas consideradas essenciais, por meio da análise de alternativas logísticas que permitam o desvio eficiente dessas cargas para portos próximos, de modo a reduzir o impacto econômico nacional.

O referencial teórico deste trabalho fundamenta-se em três eixos principais: gestão de riscos, logística humanitária e resiliência portuária. A gestão de riscos, conforme a ISO 31000 (2018), fornece a estrutura metodológica para identificar e mitigar ameaças que possam comprometer a continuidade operacional. A logística humanitária, por sua vez, contribui com

estratégias de resposta rápida e coordenação interinstitucional em cenários de crise (KOVÁCS; SPENS, 2007). Já o conceito de resiliência, aplicado ao setor portuário, reforça a necessidade de adaptação contínua frente a eventos disruptivos (HOLLNAGEL, 2011).

No caso do Porto de Santos, estudos recentes (MESQUITA DOS SANTOS; LOPEZ, 2023) evidenciam que as mudanças climáticas intensificam riscos como tempestades, ressacas e elevação do nível do mar, exigindo a ampliação dos planos de contingência já existentes. O Plano de Contingência do Porto de Santos (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2019) constitui um marco inicial, mas deve ser complementado por estratégias logísticas específicas para desastres naturais, garantindo a continuidade operacional e a competitividade do porto no cenário global.

O Porto de Santos, responsável por aproximadamente 30% da corrente de comércio nacional, desempenha papel estratégico para a economia brasileira, mas essa importância o torna também altamente vulnerável a eventos climáticos extremos. Fenômenos como a elevação do nível do mar, tempestades, ventos intensos e enchentes têm potencial de comprometer a infraestrutura portuária, paralisar operações logísticas e gerar impactos econômicos de grande escala (MESQUITA DOS SANTOS; LOPEZ, 2023).

Nesse contexto, a elaboração de um plano de contingência logístico para o Porto de Santos não se configura apenas como uma medida preventiva, mas como uma exigência estratégica para garantir a resiliência do sistema portuário. O Plano de Contingência do Porto de Santos (PCPS) já estabelece diretrizes para resposta a crises, priorizando a salvaguarda da vida humana, a proteção ambiental e a retomada rápida das operações (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2019). Contudo, a intensificação de eventos extremos exige o fortalecimento dessas estratégias, incorporando análises de risco mais detalhadas, protocolos de segurança aprimorados e planos de adaptação às mudanças climáticas.

Portanto, a criação de um plano de contingência logístico específico para desastres naturais no Porto de Santos justifica-se pela necessidade de mitigar riscos, assegurar a continuidade operacional e preservar a competitividade do comércio exterior brasileiro. Além disso, trata-se de uma medida alinhada às melhores práticas internacionais de gestão portuária,

que reconhecem a resiliência como fator determinante para a sustentabilidade das cadeias globais de suprimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A logística de emergência desempenha um papel crucial na mitigação dos impactos de desastres naturais, garantindo a resposta eficiente e a continuidade das operações em infraestruturas estratégicas. No contexto portuário, a implementação de planos de contingência se torna essencial para a proteção de vidas, do meio ambiente e da economia local. Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados à logística de emergência, destacando sua aplicação em portos e explorando diretrizes que podem contribuir para a elaboração de um plano de contingência eficaz para o Porto de Santos.

A logística de emergência pode ser definida como um conjunto de processos que visam preparar, responder e recuperar áreas afetadas por eventos críticos. Segundo Tominaga, Santoro e do Amaral (2009), trata-se da coordenação de recursos, comunicação e infraestrutura para garantir suporte rápido e eficiente diante de crises. No setor portuário, a gestão logística deve considerar fatores como transporte, armazenamento e distribuição de suprimentos essenciais, além da evacuação segura de áreas de risco.

Portos representam pontos estratégicos de conexão comercial e infraestrutura crítica. A ocorrência de desastres naturais, como tempestades e enchentes, pode comprometer suas operações e causar impactos ambientais significativos. Modelos internacionais de resposta a emergências marítimas, como o Plano de Controle de Emergências (PCE-2020), servem como referência para ações preventivas e de resposta rápida.

O Porto de Santos, sendo o maior porto da América Latina, exige estratégias bem estruturadas para enfrentar possíveis desastres naturais. A elaboração de um plano de contingência eficaz deve considerar elementos como:

- Análise de riscos e identificação das principais ameaças naturais;
- Plano de resposta com protocolos de comunicação e evacuação;

- Recursos logísticos para assistência humanitária e reconstrução.

2.1. Gestão de Riscos em Ambientes Portuários

A gestão de riscos constitui um elemento essencial para a sustentabilidade e continuidade das operações portuárias, uma vez que portos são sistemas complexos, sujeitos a múltiplas ameaças e vulnerabilidades. De acordo com a norma ISO 31000 (2018), a gestão de riscos é o processo sistemático de identificar, analisar, avaliar e mitigar ameaças que possam comprometer o alcance dos objetivos organizacionais ou a continuidade operacional. No contexto portuário, tais riscos abrangem desde acidentes tecnológicos — como incêndios, explosões, vazamentos químicos e falhas em equipamentos — até eventos de origem natural, como ressacas, tempestades, enchentes e deslizamentos de terra.

A natureza intermodal e intensiva em capital dos portos torna a adoção de uma política estruturada de gestão de riscos indispensável. A multiplicidade de operações simultâneas, o grande volume de cargas perigosas e a interdependência com sistemas logísticos externos ampliam a complexidade do processo de mitigação. Conforme apontam Mesquita dos Santos e Lopez (2023), a intensificação das mudanças climáticas tem elevado tanto a frequência quanto a severidade dos eventos extremos, aumentando as probabilidades de paralisação operacional e de prejuízos econômicos significativos. Assim, a aplicação de ferramentas de análise de risco, como matrizes de probabilidade e impacto e modelos de avaliação de vulnerabilidade infraestrutural, é fundamental para priorizar investimentos e definir planos de contingência robustos.

2.2. Logística Humanitária e Continuidade Operacional

A logística humanitária, tradicionalmente associada a ações de resposta a desastres e crises humanitárias, oferece uma base conceitual valiosa para o planejamento da continuidade operacional em ambientes portuários. Segundo Kovács e Spens (2007), a logística humanitária compreende o processo de planejar, implementar e controlar fluxos de materiais, informações e

peessoas com o objetivo de mitigar os efeitos de uma crise, assegurando uma resposta coordenada e eficiente. Sua aplicação ao contexto portuário envolve a antecipação de cenários de emergência e a criação de estruturas logísticas capazes de garantir o rápido restabelecimento das atividades essenciais.

No caso do Porto de Santos, a incorporação dos princípios da logística humanitária implica o desenvolvimento de planos de contingência que contemplem rotas alternativas de escoamento de cargas, protocolos de evacuação de áreas de risco, e estratégias de priorização de recursos para a retomada das operações críticas. A coordenação entre entidades públicas (Defesa Civil, Marinha, Autoridade Portuária) e privadas (operadores, terminais e transportadoras) é um fator determinante para reduzir tanto as perdas humanas quanto os impactos econômicos decorrentes de um desastre. Dessa forma, a logística humanitária, adaptada ao ambiente portuário, contribui para a construção de um sistema mais ágil, colaborativo e resiliente frente a emergências.

2.3. Resiliência Portuária

O conceito de resiliência, amplamente discutido por Hollnagel (2011), refere-se à capacidade de um sistema de absorver choques, adaptar-se e recuperar-se de forma eficiente diante de perturbações. Em ambientes portuários, a resiliência vai além da simples reação a crises: ela envolve aprendizado organizacional, planejamento proativo e melhoria contínua das estruturas e processos. Um porto resiliente é aquele capaz de manter níveis mínimos de serviço durante crises e retomar sua plena capacidade operacional no menor tempo possível, minimizando prejuízos econômicos e sociais.

A resiliência portuária pode ser analisada sob duas dimensões complementares: infraestrutural e organizacional. A primeira abrange medidas físicas de adaptação, como reforço estrutural de cais e armazéns, sistemas de drenagem eficientes, barreiras contra ressacas e instalações elevadas para mitigação de inundações. A segunda diz respeito à capacidade institucional de gerir riscos, coordenar respostas e aprender com eventos anteriores, incorporando o conceito de “organizações que aprendem”. Dessa forma, a resiliência portuária

emerge como um pilar estratégico para a manutenção da competitividade e da segurança das cadeias logísticas internacionais, sobretudo em um cenário de crescente instabilidade climática.

2.4. Planos de Contingência em Portos

Os planos de contingência são instrumentos fundamentais de gestão de riscos e resposta a emergências em portos, pois estabelecem procedimentos operacionais, responsabilidades e fluxos de comunicação para diferentes tipos de crise. No Brasil, o Plano de Contingência do Porto de Santos (PCPS), elaborado pela Autoridade Portuária de Santos (2019), representa um marco inicial nesse processo, ao definir diretrizes para emergências ambientais e operacionais, priorizando a salvaguarda da vida humana, a proteção ambiental e a retomada das atividades em prazos reduzidos.

Entretanto, diante da intensificação dos eventos climáticos extremos, o escopo do PCPS precisa ser ampliado para incorporar cenários de longo prazo associados às mudanças climáticas, como a elevação do nível do mar, tempestades mais severas e ressacas costeiras. A adoção de boas práticas internacionais pode servir de referência para essa atualização. Portos como Roterdã (Holanda) e Hamburgo (Alemanha) já integram, em seus planos de contingência, modelos de adaptação climática, infraestruturas flutuantes e protocolos de gestão integrada que permitem rápida resposta e recuperação.

A modernização dos planos brasileiros, inspirada nesses exemplos, deve incluir mapas de risco atualizados, simulações periódicas de emergência, capacitação contínua das equipes e sistemas de monitoramento em tempo real. Dessa forma, os portos nacionais poderão alinhar-se aos padrões internacionais de portos resilientes, assegurando a continuidade logística, a segurança das operações e a competitividade do comércio exterior brasileiro mesmo em cenários de crise.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento Metodológico e Definição do Objeto de Estudo

O desenvolvimento deste estudo partiu da necessidade de compreender como a logística portuária pode responder a desastres naturais capazes de interromper o fluxo de cargas essenciais, prejudicando a economia nacional. Para isso, foi necessário definir o recorte de análise: o local a ser estudado, o tipo de desastre usado como base ilustrativa, o enfoque metodológico (econômico, logístico ou humanitário) e as cargas prioritárias.

Após analisar diferentes possibilidades, optou-se por tomar o Porto de Santos como objeto central, dada sua importância estratégica para o país, seu elevado volume de movimentação e sua vulnerabilidade histórica a problemas de origem natural. A escolha do cenário de enchente de alto risco se mostrou adequada por ser um evento recorrente e capaz de paralisar as operações portuárias.

O enfoque metodológico direcionou-se especificamente à logística, buscando alternativas capazes de minimizar os impactos econômicos provocados pela interrupção das atividades. A hipótese de trabalho baseou-se no redirecionamento de cargas para rotas e portos alternativos, tomando como base duas mercadorias estratégicas: petróleo e fertilizantes. Ambas possuem forte representatividade na movimentação portuária e elevado impacto econômico em escala nacional.

A seleção do petróleo se justifica pela sua relevância energética e pela grande concentração de exploração na Bacia de Santos. Já os fertilizantes são cruciais para o agronegócio, atividade responsável por grande parcela do PIB brasileiro.

A primeira síntese dos produtos foco pode ser visualizada na Figura 01, que apresenta a lista de desembarcação dos produtos e seus respectivos SH4. Em complemento, a Figura 02 apresenta a lista de embarcação desses mesmos produtos e seus códigos SH4. Na sequência, a Figura 03 detalha os terminais responsáveis pelo desembarque das mercadorias foco. Esses três visuais estruturam a base analítica utilizada para selecionar as operações mais críticas.

Figura 01 – Lista de desembarcação de produtos foco e seus SH4 – Power BI

Nomeclatura	SH4	Total Peso Carga Bruta	Sentido
Óleos de petróleo ou outros betuminosos, exceto óleos brutos.	2710	1.117.976,000	Desembarcados
Gás de petróleo e outros hidrocarbonetos gasosos	2711	135.707,000	Desembarcados
Adubos minerais ou químicos, nitrogenados.	3102	677.491,000	Desembarcados
Adubos minerais ou químicos, fosfatados.	3103	60.320,000	Desembarcados
Adubos minerais ou químicos, potássicos.	3104	662.119,000	Desembarcados
Adubos minerais ou químicos que contenham, nitrogênio, fósforo e potássio.	3105	374.160,000	Desembarcados
Total		3.027.773,000	

Fonte: Próprios Autores (2025)

Figura 02 – Lista de embarcação de produtos foco e seus SH4 – Power BI

Nomeclatura	SH4	Total Peso Carga Bruta	Sentido
Óleos de petróleo ou outros betuminosos, exceto óleos brutos.	2710	2.998.164,000	Embarcados
Gás de petróleo e outros hidrocarbonetos gasosos	2711	33.948,000	Embarcados
Total		3.032.112,000	

Fonte: Próprios Autores (2025)

Figura 03 – Lista dos terminais de desembarque dos produtos foco por SH4 – Power BI

Terminal	SH4	Total Peso Carga Bruta
Pier da Alamoia - Público	2710	3.507.685,000
Pier da Ageo (SSZ 32) - Privativo	2710	512.649,000
Terminal Integrador Portuário Luiz Antonio Mesquita - TIPLAM	3102	274.942,000
Cais do Outeirinhos - Público	3104	226.754,000
Terminal Integrador Portuário Luiz Antonio Mesquita - TIPLAM	3104	196.819,000
Pier da Alamoia - Público	2711	169.655,000
Cais do Macuco - Público	3104	143.048,000
Cais do Saboó - Público	3102	140.914,000
Cais do Macuco - Público	3102	125.909,000
Cais do Macuco - Público	3105	117.376,000
Cais do Outeirinhos - Público	3102	113.443,000
Terminal Integrador Portuário Luiz Antonio Mesquita - TIPLAM	3105	102.153,000
Cais da Ilha Barnabé - Público	2710	95.806,000
Cais do Saboó - Público	3104	95.498,000
Cais do Outeirinhos - Público	3105	90.415,000
Cais do Saboó - Público	3105	64.216,000
Cais do Saboó - Público	3103	39.320,000
Terminal Integrador Portuário Luiz Antonio Mesquita - TIPLAM	3103	21.000,000
Libra Terminais S/A (cadastro antigo)	3102	12.200,000
Total		6.059.885,000

Fonte: Próprios Autores (2025)

3.2. Construção e Tratamento do Banco de Dados

A etapa inicial metodológica consistiu na busca e organização de um banco de dados robusto e confiável. Utilizou-se, para isso, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que disponibiliza informações referentes à operação portuária nacional.

Os dados extraídos (em XLSX e CSV) referentes ao ano de 2025 foram estruturados e migrados para um ambiente de consulta estruturada utilizando SQL Server, com o objetivo de:

- Otimizar a base,
- Eliminar ruídos e informações redundantes,
- Manter apenas variáveis relevantes à pesquisa.

As variáveis utilizadas incluíram: berços e terminais, tipo de operação, tempo de atracação, tipo de navegação, sentido da carga, peso bruto e taxa de ocupação. Ao todo, o banco consolidado envolveu sete tabelas com milhares de registros.

Principais comandos SQL empregados:

1. Filtragem por município — exclusão de todos os atracamentos que não pertenciam a Santos.
2. Manutenção de integridade relacional — eliminação de registros de tabelas secundárias cujos IDAtracacao não estivessem presentes na tabela principal.
3. Filtragem por mercadorias (SH4) — exclusão dos códigos não pertencentes aos fertilizantes (3101–3105) e petróleo (2710–2711).
4. Refinamento final da base — exclusão de dados de berços não relacionados às cargas filtradas.

Essa etapa garantiu um banco enxuto, preciso e adequado para análises quantitativas avançadas.

3.3. Modelagem Analítica no Power BI

As tabelas tratadas em SQL foram importadas para o Power BI, ambiente que permitiu maior acessibilidade visual e criação de painéis interativos. Inicialmente, ajustaram-se características de cada coluna (tipo de dado, formato, categorização etc.), preparando-as para a construção dos visuais.

A modelagem das tabelas foi realizada com base na chave IDAtracacao, garantindo integração entre as diferentes fontes.

Entre os principais visuais criados estão:

- Tabelas comparativas de movimentação por SH4, destacando peso bruto e sentido da carga;
- Distribuição dos terminais associados às cargas selecionadas;
- Cruzamento entre berços, terminais e movimentação, informação essencial para avaliar capacidade operacional.

Entre os visuais desenvolvidos, destaca-se o painel exibido na Figura 04, que apresenta o dashboard com a visualização do Porto de São Sebastião, um dos principais portos alternativos considerados neste estudo. Essa figura permitiu avaliar capacidade operacional, distribuição de berços e movimentação de cargas.

Figura 04 – Dashboard de visualização dos Portos selecionados (São Sebastião) – Power BI



Fonte: Próprios Autores (2025)

3.4. Aplicação do Conceito de Produtividade e Programação em R

Uma vez identificado o risco hipotético de paralisação, tornou-se necessário mensurar quais portos alternativos teriam condições de absorver parte da demanda de Santos. Para isso, utilizou-se o conceito de produtividade, definido pela relação entre:

- Input: quantidade de berços (infraestrutura).
- Output: peso bruto movimentado (desempenho operacional).

Dados referentes aos principais portos alternativos foram estruturados em tabelas e exportados em formato .txt, possibilitando sua leitura e tratamento no RStudio.

A análise em linguagem R permitiu:

- Calcular a eficiência relativa dos portos;
- Gerar índices comparativos;
- Classificar os portos segundo sua produtividade.

Os resultados foram posteriormente reinseridos no Power BI para compor um dashboard final, que apresentou:

- Ranking dos portos alternativos;
- Eficiência operacional;
- Volume potencial de absorção em cenários de calamidade.

O resultado analítico exemplificado na Figura 05 apresenta medidas anexadas ao CARD 1 do Power BI, ilustrando cálculos de eficiência operacional. Em seguida, a Figura 06 traz o dashboard consolidado que exhibe a eficiência dos portos selecionados, auxiliando a tomada de decisão quanto aos fluxos alternativos.

Figura 05 – Exemplo de medidas anexadas no CARD 1– Power BI



Fonte: Próprios Autores (2025)

Figura 06 – Dashboard de Visualização de eficiência dos portos selecionados – Power BI



Fonte: Próprios Autores (2025)

3.5 - Cenários de Paralisação no Porto de Santos

Diante de um desastre natural, o Porto de Santos pode, hipoteticamente, enfrentar a paralisação dos acessos rodoviário e ferroviário. Para mensurar os impactos, consideramos três cenários, partindo de dados compilados até 2023, onde se estima uma média de 500 mil toneladas de carga movimentadas diariamente e um fluxo financeiro de aproximadamente US\$ 500 milhões por dia.

3.5.1 - Cenário 1: Paralisação Total de 7 Dias

Movimentação de Carga: Com 7 dias de paralisação total, estima-se a perda da movimentação de 7 dias $\times$ 500.000 toneladas = 3,5 milhões de toneladas.

Impacto Financeiro: Considerando que o valor médio diário das transações é de cerca de US\$ 500 milhões, a paralisação resultaria em: 7 dias $\times$ US\$ 500 milhões = US\$ 3,5 bilhões.

Nesse cenário, as perdas afetariam de forma aguda os produtos agrícolas críticos – como a soja, farelo de soja e açúcar –, que têm fluxo intenso durante os períodos de safra (normalmente entre setembro e dezembro)

3.5.2 - Cenário 2: Paralisação Total de 15 Dias

Movimentação de Carga: Por 15 dias de paralisação total, a perda acumulada seria: 15 dias $\times$ 500.000 toneladas = 7,5 milhões de toneladas.

Impacto Financeiro: Com a mesma base de US\$ 500 milhões/dia, o impacto financeiro total seria: 15 $\times$ US\$ 500 milhões = US\$ 7,5 bilhões.

Essa interrupção prolongada não só paralisaria o escoamento das safras, mas também interromperia a distribuição de insumos e produtos manufaturados, afetando toda a cadeia produtiva e logística, com reverberações na economia do estado e do país

3.5.3 - Cenário 3: Paralisação Total de 20 Dias com Paralisação Parcial de 10 Dias

Movimentação de Carga: – Durante 20 dias de paralisação total: 20 $\times$ 500.000 toneladas = 10 milhões de toneladas; – Durante 10 dias de operação parcial, assumindo 50% da

capacidade normal, a perda equivalente seria de: $10 \text{ dias} \times (500.000 \times 50\%) = 2,5 \text{ milhões de toneladas}$; – Total acumulado: $10 + 2,5 = 12,5 \text{ milhões de toneladas}$.

Impacto Financeiro: – 20 dias completos: $20 \times \text{US\$ } 500 \text{ milhões} = \text{US\$ } 10 \text{ bilhões}$; – 10 dias parciais (50%): $10 \times (\text{US\$ } 500 \text{ milhões} \times 50\%) = \text{US\$ } 2,5 \text{ bilhões}$; – Total: $\text{US\$ } 10 + 2,5 = \text{US\$ } 12,5 \text{ bilhões}$.

Esse cenário revela um impacto ainda mais severo, afetando não somente a continuidade das exportações e importações, mas também a confiança dos parceiros comerciais e a dinâmica de toda a cadeia de suprimentos, elevando o risco de desabastecimento e perturbando a economia nacional.

3.6 - Cargas Críticas e Impactos pelo Período do Ano

O Porto de Santos movimenta uma variedade de cargas que se distribuem de maneira estratégica ao longo do ano:

- **Produtos Agrícolas e Agroindustriais:**
 - Soja e Farelo de Soja: Altamente intensificados durante o período de safra, entre setembro e dezembro, sendo vitais para a exportação e para o agronegócio nacional.
 - Açúcar: Também apresenta alta movimentação no período colheita, essencial para a indústria de alimentos e bebidas.
- **Produtos Industriais e Minerais:**
 - Celulose: Produto de grande relevância para o setor industrial, com movimentação concentrada em períodos de alta demanda internacional.
- **Granéis Líquidos:**
 - Combustíveis (óleo diesel, gasóleo): Importantes para abastecer não apenas o mercado interno, mas também para manter a cadeia logística ativa, especialmente em períodos de maior consumo energético.
- **Contêineres:**
 - Representam um fluxo diversificado, englobando produtos manufaturados e insumos essenciais para diversas indústrias, e são relevantes ao longo de todo o ano.

A paralisação nos acessos ao porto ocasionaria a interrupção desses fluxos, provocando um efeito dominó que comprometeria o abastecimento interno e as exportações, resultando em

perdas significativas para a economia do Estado de São Paulo e, por extensão, para a economia nacional.

A análise dos desastres naturais e dos incidentes intensificados por ações humanas evidenciaria a fragilidade das infraestruturas logísticas diante de eventos extremos. No contexto do Complexo Portuário de Santos, os cenários a ser estudados demonstrariam que uma paralisação dos acessos rodoviário e ferroviário—seja por 7, 15 ou 20 dias (com adicionais 10 dias de operação parcial) - pode resultar na perda de, respectivamente, 3,5 milhões, 7,5 milhões ou até 12,5 milhões de toneladas de carga, com impactos financeiros que variam de US\$ 3,5 bilhões a US\$ 12,5 bilhões.

Tais prejuízos reforçam a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura resiliente, estratégias de gestão de riscos e políticas públicas que mitiguem os efeitos desses eventos, assegurando a continuidade do comércio exterior e a estabilidade econômica nacional.

3.7 - Cargas Críticas de Importação no Porto de Santos

No contexto das operações de importação, o Porto de Santos funciona como a porta de entrada para diversos insumos estratégicos que sustentam setores essenciais da economia brasileira. Entre as cargas críticas destacam-se:

Combustíveis e Derivados: Responsáveis por abastecer a frota de transporte, a indústria e as refinarias presentes no país, os combustíveis importados são essenciais para a manutenção da cadeia logística e da produção industrial. Qualquer interrupção pode gerar escassez e volatilidade no mercado interno.

Produtos Farmacêuticos e Químicos: Insumos para a fabricação de medicamentos, equipamentos hospitalares e produtos químicos diversos, fundamentais para os setores da saúde e da indústria agroquímica. A interrupção no fornecimento destes itens pode comprometer a pronta resposta a demandas emergenciais, impactando tanto clínicas quanto hospitais.

Bens de Capital e Equipamentos Industriais: São importados maquinário, componentes e tecnologia de ponta que mantêm a competitividade industrial nacional. A paralisação prolongada pode atrasar a modernização de plantas industriais e a reposição de equipamentos essenciais, afetando a produtividade dos setores fabricantes.

Matérias-Primas e Insumos Tecnológicos: Incluem componentes eletrônicos, semicondutores e demais materiais que sustentam a montagem de produtos de consumo e a

inovação em setores tecnológicos. Estes insumos são vitais para a continuidade das cadeias produtivas, sobretudo em uma era de intensa globalização e inovação contínua.

Essas categorias de carga não apenas representam volumes financeiros expressivos, mas também são determinantes para a manutenção da infraestrutura produtiva e do abastecimento de bens essenciais. Com base em dados consolidados até 2023, a fluidez e a rapidez no desembaraço aduaneiro e distribuição desses itens são fatores críticos para evitar rupturas nos mercados interno e internacional.

Considerando os cenários hipotéticos de paralisação analisados anteriormente – seja com 7, 15 ou 20 dias de interrupção total (com operação parcial em certos períodos) – o impacto sobre as importações seria direto e multifacetado:

Atraso na Liberação Aduaneira e Desembarque: Uma paralisação nos acessos rodoviário e ferroviário impede que os navios sejam rapidamente atendidos nos terminais. Isso retarda o desembarque das cargas, prolongando o tempo de permanência das mercadorias nos pátios e gerando custos adicionais com armazenagem e sobreestadia. Esse gargalo, afeta em particular, os produtos sensíveis à defasagem de tempo, como os medicamentos e insumos para a saúde.

Escassez no Abastecimento de Produtos Essenciais: No caso dos combustíveis e derivados, a interrupção prolongada compromete o abastecimento, podendo levar a compras emergenciais com preços elevados no mercado interno. Essa escassez provoca um efeito dominó na logística e na produção industrial, gerando instabilidade nos preços e na oferta desses produtos críticos.

Impacto na Reposição de Insumos Tecnológicos e Bens de Capital: A demora na chegada de componentes eletrônicos e máquinas podem atrasar a atualização tecnológica e a manutenção das linhas de produção industrial. Com prazos estendidos e a eventual necessidade de produção em regime interrompido, a competitividade nacional pode ser prejudicada, refletindo em atrasos significativos na cadeia de valor e nos projetos de inovação.

Repercussão na Cadeia Logística Global: Importadores dependem da continuidade do fluxo das cargas para manter a produção e o abastecimento de mercado. A paralisação gera incerteza e, caso se estenda, pode levar a uma busca por rotas alternativas ou à transferência de operações para outros portos, penalizando a economia local e alterando a dinâmica do comércio exterior.

Em cenários onde a paralisação se prolonga – optando pelos 15 ou 20 dias totais (acrescidos de operações parciais) – os impactos se convertem em perdas multimilionárias, com a redução do volume de carga importada comprometendo não só o abastecimento imediato, mas também a confiança de parceiros comerciais e investidores. Esse cenário pode elevar os custos logísticos e operacionais, provocar atrasos na produção industrial e contribuir para um cenário inflacionário, afetando tanto a economia estadual quanto a nacional.

Imagine um cenário no qual o Porto de Santos, responsável por uma parcela vital das operações de importação do Brasil, enfrenta uma paralisação devido a um desastre natural. Esse porto, que diariamente movimenta cargas com um valor financeiro aproximado de US\$ 200 milhões somente na importação, torna-se o epicentro de uma cadeia logística que, se interrompida, repercute significativamente em toda a economia do país.

Em um primeiro cenário, onde a paralisação se estende por 7 dias completos, o impacto se traduz diretamente na perda de US\$ 1,4 bilhão. Essa interrupção impede a chegada de insumos essenciais como combustíveis e produtos farmacêuticos, itens cuja ausência gera um efeito dominó: a indústria, que depende desses recursos para manter sua produção, rapidamente sente o choque, enquanto os preços se ajustam abruptamente devido à oferta reduzida.

Se o cenário se agravar e a paralisação perdurar por 15 dias, o prejuízo financeiro salta para cerca de US\$ 3 bilhões. Tal extensão impede não apenas a chegada de insumos críticos, mas também a reposição de equipamentos e tecnologia, prejudicando setores industriais e de inovação. A cadeia produtiva, já abalada, enfrenta atrasos e interrupções que podem culminar em uma perda de competitividade no mercado internacional e em um aumento significativo dos custos operacionais.

No caso mais severo, onde o porto fica inoperante por 20 dias completos e, em seguida, opera em regime parcialmente reduzido (apenas 50% da capacidade) durante mais 10 dias, os impactos se acumulam a aproximadamente US\$ 5 bilhões em perdas. Esse cenário representa uma verdadeira crise logística: a demora na liberação das cargas gera uma sobrecarga de custos com armazenagem, perdas na eficiência do transporte e interrupção em cascata das cadeias de suprimentos, afetando desde a indústria automobilística até a produção de bens tecnológicos. A escassez desses insumos estratégicos pode, inclusive, desencadear flutuações no mercado interno e reverberar internacionalmente.

Essa narrativa dos impactos financeiros não se resume a números frios; ela ilustra, de forma clara, como a interrupção das atividades de importação em um ponto nevrálgico como o

Porto de Santos pode desencadear uma série de consequências na economia. A paralisação, independentemente de sua duração, compromete a fluidez dos negócios, gera atrasos que se transformam em prejuízos para toda a cadeia produtiva e prejudica a confiança dos investidores, afetando a dinâmica do comércio global.

3.8 - Possíveis desastres naturais

Vários desastres naturais podem impactar diretamente a operação do porto, provocando paralisações temporárias ou prolongadas que interrompem tanto as atividades portuárias quanto o acesso rodoviário e ferroviário. A seguir, descrevemos detalhadamente os principais eventos naturais que possuem o potencial de causar essas interrupções.

3.8.1 - Vendavais

Vendavais são ventos extremos que se manifestam durante tempestades severas e podem impactar fortemente a infraestrutura portuária. Em um cenário onde ventos intensos se prolonguem, há o risco de derrubada de contêineres, danos em equipamentos essenciais para a operação e até colapso estrutural de armazéns ou áreas de apoio logístico. Esses ventos não apenas comprometem a integridade física do porto, mas também forçam o fechamento temporário dos acessos terrestres para preservar a segurança dos operadores e evitar acidentes nos trajetos das rodovias e ferrovias. Tais situações podem desencadear uma paralisação total das atividades, que, dependendo de sua duração, pode impactar significativamente o fluxo de cargas.

3.8.2 - Enchentes e Inundações Fluviais

Chuvas intensas e persistentes podem levar a enchentes e inundações fluviais, especialmente em áreas de relevo baixo próximas ao litoral. No Porto de Santos, essas condições podem resultar na saturação do solo e alagamento das áreas operacionais e de acesso. Quando a água invade pistas, terminais e vias de conexão com a estrutura rodoviária e ferroviária, a movimentação dos equipamentos é comprometida, exigindo a interrupção das operações para remoção d'água e reparos estruturais. Esse tipo de desastre pode causar paralisações que se estendam por vários dias, afetando diretamente a logística portuária e provocando prejuízos econômicos consideráveis, principalmente em períodos de alta demanda de cargas agrícolas e industriais.

3.8.3 - Ressacas e Aumento do Nível do Mar

A combinação de ressacas com o aumento do nível do mar é outro risco significativo para o porto. Ressacas ocorrem quando ventos fortes e tempestades elevam as ondas além dos níveis habituais, causando inundações repentinas que podem erodir e danificar as estruturas portuárias. O acréscimo gradual do nível do mar, intensificado por mudanças climáticas, torna as áreas portuárias mais suscetíveis a inundações mesmo com tempestades de menor intensidade. Esse cenário pode gerar paralisações prolongadas, já que os danos estruturais exigem reparos urgentes e a implementação de medidas de contenção, além de comprometer o acesso seguro de veículos e equipamentos em terra firme.

3.8.4 - Neblina Intensa

Embora, à primeira vista, a neblina possa parecer menos destrutiva que outros eventos extremos, sua ocorrência em densidade elevada pode afetar significativamente as operações no porto. A neblina intensa reduz drasticamente a visibilidade, dificultando a navegação de embarcações e a movimentação de cargas em terra. Em situações onde a segurança da operação esteja comprometida, é necessário suspender as atividades para evitar acidentes, o que pode resultar em paralisações temporárias. Esse cenário se agrava em períodos de alta movimentação de cargas, onde a indisponibilidade dos acessos pode gerar atrasos sérios na cadeia logística.

3.8.5 - Deslizamentos e Movimentação de Terra

Os deslizamentos e a movimentação de terra constituem riscos significativos para a região do Porto de Santos, dadas as características topográficas do litoral paulista, especialmente na área da Serra do Mar. Esse fenômeno ocorre quando um grande volume de solo e rochas se desloca, seja em decorrência de chuvas intensas que saturam a terra ou de alterações provocadas pela ação humana, como a remoção inadequada de vegetação e obras mal planejadas de terraplanagem.

Quando as chuvas pesadas se instalam, a capacidade de absorção do solo é excedida, culminando na perda de coesão e estabilidade das encostas. Essa instabilidade pode provocar deslizamentos súbitos que bloqueiam acessos rodoviários e ferroviários. Por exemplo, um forte episódio de precipitação pode desencadear o deslocamento de terra nas vias de acesso como a

Rodovia Anchieta, historicamente vulnerável a tais ocorrências, bloqueando temporariamente a circulação e provocando atrasos no transporte de cargas.

Além dos impactos imediatos na movimentação de veículos e equipamentos, esses fenômenos afetam diretamente a logística portuária. A interrupção dos acessos gera um efeito dominó: atrasos na entrega de insumos para a indústria, interrupção na exportação de produtos agrícolas e industriais e, conseqüentemente, uma pressão financeira significativa sobre a cadeia comercial. Em períodos críticos, como durante a safra do agronegócio (setembro a dezembro), a perda de acesso pode resultar não só em prejuízos operacionais, mas também em perdas na competitividade internacional do Brasil.

Outros pontos críticos envolvem a necessidade de reparos emergenciais e a reposição da infraestrutura afetada. A movimentação de terra pode causar danos irreversíveis em sistemas de drenagem e em estruturas de contenção, exigindo investimentos altos para restaurar a normalidade do fluxo logístico. A conjugação desses fatores – deslizamentos acentuados e movimentação de terra – amplia o risco de paralisações prolongadas, aumentando os prejuízos econômicos tanto para o estado de São Paulo quanto para a economia nacional.

3.8.6 - Riscos Combinados e Efeitos Sinérgicos

Além dos desastres individuais, a combinação de fatores – como vendavais acompanhados de chuvas intensas – pode provocar efeitos sinérgicos que agravam os impactos. Por exemplo, ventos fortes que acompanham uma alta precipitação podem desencadear deslizamentos de terra em áreas próximas às vias de acesso, bloqueando rodovias e ferrovias essenciais para a comunicação com o porto. Essa confluência de eventos eleva o risco de paralisações abruptas e prolongadas, cuja recuperação pode demandar intervenções complexas em termos de engenharia e logística, além de gerar perdas econômicas que reverberam na economia estadual e nacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido evidenciou a relevância estratégica do Porto de Santos para a economia brasileira e a sua vulnerabilidade diante da ocorrência de desastres naturais. A análise demonstrou que a paralisação total ou parcial das operações portuárias pode gerar impactos

econômicos de grande magnitude em curto período, afetando diretamente o abastecimento de combustíveis, fertilizantes, insumos industriais e bens essenciais ao consumo interno.

A definição das cargas foco: petróleo e fertilizantes mostraram-se pertinente, uma vez que ambas possuem papel central no funcionamento da economia nacional. Enquanto o petróleo garante a manutenção do setor energético e de transporte, os fertilizantes são fundamentais para o agronegócio, sendo o segmento responsável por parcela significativa do Produto Interno Bruto do País.

A aplicação de ferramentas como SQL, Power BI e RStudio possibilitou identificar alternativas logísticas, destacando-se os portos de São Sebastião e Paranaguá como opções de suporte em cenários de emergência. Os resultados indicaram que a utilização desses portos pode atenuar os prejuízos decorrentes de uma paralisação em Santos, ainda que persistam limitações de infraestrutura e de capacidade operacional.

Conclui-se, portanto, que a implementação de planos de contingência robustos e integrados é essencial para a resiliência logística do setor portuário nacional. Estratégias que envolvam investimentos em infraestrutura, integração multimodal, usam de tecnologias de monitoramento e protocolos de resposta rápida são indispensáveis para a mitigação de riscos. Assim, o presente trabalho contribui para o campo acadêmico e profissional ao reforçar a importância de políticas públicas e ações coordenadas voltadas à logística de emergência, assegurando a continuidade das cadeias de suprimentos e a competitividade do Brasil no comércio internacional.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PORTOS. Relatório Anual dos Portos Brasileiros: Desempenho e Investimentos. 2022.

AUTORIDADE DO PORTO DE SANTOS. Plano de contingência do Porto de Santos. Santos, 2020.

AUTORIDADE DO PORTO DE SANTOS. Plano de controle de emergências. Santos, 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Porto de Paranaguá: infraestrutura e capacidade operacional. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Estatísticas do Comércio Exterior e Desempenho Portuário. Disponível em: <<http://www.gov.br/antag>>. Acesso em: 10 jun. 2025.

CARGILL. Terminal de Granéis – Desempenho Operacional e Investimentos. Cargill Brasil, 2021.

COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de desenvolvimento e zoneamento Porto de Santos. Santos, 22 ago. 2019.

DERTONO, Márcio José de Macêdo; BARROS, Airton Bodstein de. Proposta de modelo de elaboração de planos de contingência de referência. In: 1º Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres, Curitiba, Paraná, 12 a 15 out. 2016. Curitiba: Universidade Federal Fluminense, 2016.

DOS SANTOS, E. M.; LOPEZ, S. de S. Mudanças Climática e Portos: Um plano de adaptação para o Porto de Santos. *International Law and Business Review*, v. 3, n. 2, p. 69-103, 2023.

ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES: Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima. [S.l.]: [s.n.], s.d.

FATEC. Análise de riscos e plano de segurança no Porto de Santos. [S.l.]: [s.n.], s.d.

FATEC ZONA LESTE. Análise das exportações realizadas pelo Porto de Santos no período de 2015 a 2020. Disponível em: <<http://www.fateczonaleste.edu.br/analise-exportacoes-santos>>. Acesso em: 02 jun. 2025.

JUNGLES, Antônio Edésio; SCHADECK, Rafael. Desafios do mapeamento de áreas de risco. Universidade Federal de Santa Catarina, s.d.

MENEGAT, Débora Regina. Área de risco: ocupações em planícies de inundação. Porto Alegre: Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, s.d.

PORTO DE ITAJAI. Infraestrutura Logística. Disponível em: <<https://www.portoitajai.com.br/infraestrutura-logistica>>. Acesso em: 02 jun. 2025.

PORTOS RS. Localização e acessos. Disponível em: <<http://www.portors.com.br/localizacao-e-acessos>>. Acesso em: 02 jun. 2025.

ROCHA, A. Modernização dos Terminais de Granéis: o caso do GEXPO no Porto de Paranaguá. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SANTANA, Michele Silva. Conceitos fundamentais de risco e de áreas de risco. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; Serviço Geológico do Brasil, s.d.

SANTOS, L. P. Integração Modal e Logística Portuária: análise do Porto de Paranaguá. 2023. Dissertação (Mestrado em Transporte e Logística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

SCPar Porto de Imbituba. Acessos e Localização – Porto de Imbituba. Disponível em: <<https://portodeimbituba.com.br/acessos-e-localizacao/>>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SILVA, F. R. Desempenho e Eficiência dos Portos Brasileiros na Perspectiva do Agronegócio. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

SOUZA, V. M.; SILVA, J. R. Porto de Santos: prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. *Gestão & Produção*, v. 23, n. 1, p. xx-xx, jan./mar. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-530X1370-14>>. Acesso em: 04 jun. 2025.

TOMINAGA, Lidia Keiko; SANTORO, Jair; DO AMARAL, Rosangela. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico; Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009.

VALLE, Victor A. S. O desafio de todos na construção de cidade ambientalmente seguras: a contribuição da Defesa Civil de Santos. Santos: Departamento de Proteção e Defesa Civil de Santos, out. 2019.

VIEIRA, Simone Daher. Logística humanitária para amenizar as consequências das inundações em Santo Antônio de Pádua. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, mar. 2013.

VPORTS AUTORIDADE PORTUÁRIA. Vports Autoridade Portuária. Disponível em: <https://vports.com.br/>. Acesso em: 02 jun. 2025.