

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Especialização em *Data Science* e *Big Data*

Vanessa Favero Mereles

**Data Science Aplicada às Paralisações
Portuárias: Um Estudo de Padrões e Tendências**

**Curitiba
2025**

Vanessa Favero Mereles

Data Science Aplicada às Paralisações Portuárias: Um Estudo de Padrões e Tendências

Monografia apresentada ao Programa de Especialização em *Data Science* e *Big Data* da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do grau de especialista.

Orientador: Prof. Lucas Ferrari de Oliveira

Curitiba
2025

Data Science Aplicada às Paralisações Portuárias: Um Estudo de Padrões e Tendências

Data Science Applied to Port Shutdowns: A Study of Patterns and Trends

Vanessa Favero Mereles¹, Lucas Ferrari de Oliveira²

¹Aluno do programa de Especialização em Data Science & Big Data, vanessafaverom@gmail.com

²Professor do Departamento de Informática - DINF/UFPR, lferrari@inf.ufpr.br

O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de técnicas e práticas de Data Science e Big Data na análise e previsão de paralisações portuárias. Para isso, utilizou-se a linguagem de programação Python, juntamente com bibliotecas especializadas como Pandas, Seaborn e Matplotlib, com vistas à coleta, tratamento e exploração de dados históricos disponibilizados pela ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), abrangendo o período de 2020 a 2024. A abordagem adotada permitiu identificar padrões, tendências e fatores de risco recorrentes associados às paralisações, gerando insights estratégicos para a gestão eficiente das operações portuárias. Foram empregadas técnicas de pré-processamento, limpeza e visualização de dados, com o intuito de assegurar a integridade e a confiabilidade das análises desenvolvidas. Os resultados obtidos demonstram o potencial das ferramentas de ciência de dados para apoiar a tomada de decisão, otimizar processos logísticos e fortalecer a resiliência dos portos brasileiros frente a eventos críticos e interrupções operacionais.

Palavras-chave: Python, Seaborn, Antaq, Dados Portuários, Paralisações

This study aims to apply Data Science and Big Data techniques and practices to analyze and predict port shutdowns. For this purpose, the Python programming language was used, together with specialized libraries such as Pandas, Seaborn and Matplotlib, with a view to collecting, processing and exploring historical data made available by ANTAQ (National Waterway Transportation Agency), covering the period from 2020 to 2024. The adopted approach allowed us to identify patterns, trends and recurring risk factors associated with shutdowns, generating strategic insights for the efficient management of port operations. Data pre-processing, cleaning and visualization techniques were used to ensure the integrity and reliability of the analyses developed. The results obtained demonstrate the potential of data science tools to support decision-making, optimize logistics processes and strengthen the resilience of Brazilian ports in the face of critical events and operational interruptions.

Keywords: Python, Seaborn, Antaq, Port Data, Shutdowns

1. Introdução

A logística de um sistema portuário envolve diversos processos que são fundamentais para seu funcionamento com eficiência e qualidade. Isso inclui, por exemplo, desde a escolha geográfica para a instalação de um futuro porto até questões ambientais, como a proteção da vegetação costeira e o gerenciamento dos resíduos gerados nas operações de movimentação de navios e demais equipamentos. Além disso, é fundamental que o gestor portuário seja ele de natureza pública ou privada, esteja preparado para lidar com imprevistos, que são bastante comuns nesse setor e podem impactar significativamente suas operações.

Um porto existe, por um lado, em razão de sua utilidade para a navegação e o tráfego em si, e, por outro, pelos serviços que presta à atividade econômica de uma região. Deve, portanto, localizar-se nas proximidades das rotas de intercâmbio marítimo; porém, sua existência também pode estar condicionada às necessidades e às riquezas do interior, o que faz com que sua posição geográfica esteja sob essa influência (CÉLÉRIER, 1962). [1] Criada pela Lei nº 10.233, de 2001, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) tem como objetivo regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de transporte e logística no setor aquaviário brasileiro. Sua atuação abrange tanto o transporte de cargas quanto de passageiros, por meio da nave-

gação interior, cabotagem, navegação de longo curso, além da exploração da infraestrutura portuária, seja em portos públicos ou em terminais privados. Além da complexidade logística e do cumprimento das regulamentações aplicáveis às operações portuárias, as paralisações configuram-se como entraves recorrentes no setor, impactando diretamente não apenas o desempenho financeiro, mas também toda a cadeia operacional, tanto em âmbito nacional quanto internacional. As causas dessas paralisações são diversas e incluem condições climáticas adversas, greves de trabalhadores portuários, problemas operacionais, falta de infraestrutura adequada e entraves burocráticos. Seus efeitos são amplamente sentidos, resultando em atrasos na movimentação de cargas, aumento de custos operacionais, congestionamento de navios e perdas econômicas para exportadores, importadores e operadores logísticos. Considerando os desafios crescentes relacionados às operações nos portos e os impactos gerados por eventuais paralisações, torna-se essencial adotar uma abordagem analítica que possibilite compreender os padrões e os fatores associados a essas ocorrências. O uso de métodos de ciência de dados, aliado à linguagem de programação Python, permite realizar análises de forma precisa, eficiente e automatizada. Para a realização deste estudo, foram empregadas bibliotecas amplamente utilizadas na comunidade de ciência de dados, como Pandas e NumPy, que possibilitam o tratamento, manipulação e organização dos dados, no que se refere à visualização e interpretação dos dados, foram utilizados Seaborn e Matplotlib, permitindo a construção de gráficos e mapas visuais que facilitam a compreensão dos padrões observados nas paralisações portuárias. As análises foram conduzidas considerando um determinado período de tempo, de forma a avaliar a frequência, a distribuição e os impactos dessas paralisações nas operações do porto. Este trabalho visa a compreensão dos tipos mais comuns de paralisações nos terminais portuários do país, bem como analisar especificamente a região geográfica do sul e o porto de Paranaguá, situado no estado do Paraná. Para isso o mesmo, estará dividido em uma breve teoria sobre o tema, métodos de avaliação como a base de dados e demais informações, e por fim os resultados obtidos.

2. Discussão

2.1. Conceitos de Logística e Transporte

O conceito de logística surgiu inicialmente durante a Segunda Guerra Mundial, como serviço de apoio as

decisões estratégicas militares, bem como no deslocamento das tropas e de suprimentos de materiais. Ainda segundo o autor, durante muitos anos a logística foi vista como uma área de função simplesmente acessória dentro das empresas, e com o passar dos anos ampliou sua área de atuação, tornando-se um diferencial e uma ferramenta indispensável em um cenário altamente competitivo (NOVAES, 2007). [2] Diante desse conceito, é fato que a evolução da logística proporcionou melhorias significativas em diversos processos que, no passado, estavam focados apenas na distribuição de produtos e serviços. Atualmente, a logística se consolidou como uma área estratégica, amplamente explorada pelas empresas em busca de eficiência e eficácia. Quando bem administrada, ela se torna um importante diferencial competitivo no mercado. Com relação às áreas da logística, o transporte deve ser considerado um dos elementos importantes a ser considerado, pois segundo Ballou (2006, p 24) representa em média de um a dois terços dos custos logísticos, desta forma as empresas precisam estar direcionadas para melhor escolha do modal, levando-se em consideração o tipo de carga transportada e a particularidade de cada modal, evitando-se o aumento de custos e obtendo-se melhor eficiência e nível de serviço. [3] O transporte pode ser realizado pelos seguintes modais: rodoviário, ferroviário, dutoviário, aeroviário, hidroviário e aquaviário, sendo que cada um deles apresentam suas vantagens e desvantagens. De forma resumida, o primeiro transporte é realizado por meio das estradas disponíveis e o uso de diversos tipos de caminhões; o transporte via trem apesar de ser um modal mais lento, é bem mais efetivo em termos de aumento de carga a ser transportada. O modal dutoviário transporta produtos como petróleo e gás natural; aeroviário tem como vantagem a velocidade no deslocamento. O modal hidroviário pode ser considerado um subgrupo do aquaviário com uma pequena diferença que suas movimentações concentram-se em águas interiores como os rios, lagos, canais (restrito), enquanto o aquaviário ocorre em águas internas, mares e oceanos (abrange tudo). No Brasil, os modais de transportes estão desbalanceados, em que as cargas transportadas possuem os seguintes percentuais, dentro dos modais: rodoviário (76,4%); ferroviário (14,2%); cabotagem, incluindo o fluvial (9,3%); e aéreo (0,1%). Essa distorção na matriz de transportes de cargas ocorreu em razão da prioridade que foi dada à infraestrutura do transporte rodoviário, na década de 1960. Isso ocorreu para incentivar o crescimento da indústria automobilística

que foi instalada no País naquela década. As empresas necessitam decidir sobre qual transporte atenderá as suas realidades. Quando se for decidir pelo operador logístico a ser utilizado e como auxílio nessa escolha, devem-se levar em consideração as características básicas dos modais, com o apoio dos seguintes fatores: preço; segurança para a carga; tempo médio em trânsito; variações do tempo médio em trânsito; e perdas e danos[4].

2.2. Operações portuárias: Estrutura e Funcionamento



Figura 1: Porto de Paranaguá - Madeira - Arquivo APPA

A palavra “porto” apresenta diversos conceitos. Dicio (2020) traz o conceito de porto como um abrigo que pode ser natural ou artificial para navios, provido de uma estrutura que proporciona a movimentação das mercadorias para o embarque e desembarque de cargas e de passageiros. Portos também são conceituados por Valentine e Gray (2001) como organizações complexas com uma diversidade de entradas e saídas, consubstanciadas em diferentes aspectos físicos, de acesso, logísticos e legais. Bichou (2007) conceitua portos como organizações complexas e dinâmicas, nas quais são realizados diversos trabalhos que são desenvolvidos por atores organizacionais, com objetivo de suprir pessoas e organizações. Já para Bichou e Gray (2004) portos são entidades multipartes e intrincadas nas quais organizações e funções normalmente se movimentam em vários níveis. A literatura apresenta diversos modelos para a classificação de portos, porém, segundo Bichou e Gray (2005), devido à diversidade dos modelos, a não é possível apresentar uma única classificação aplicável para todos os tipos de portos. Desta forma, as classificações existentes abordam ape-

nas parcialmente o leque de portos e a adequação da classificação depende do assunto do estudo[5]. Além da classificação geral, os portos podem ser categorizados segundo dois critérios específicos: localização geográfica e tipo de carga movimentada. No que se refere à localização, embora seja comum associar portos apenas às regiões costeiras, os chamados portos marítimos, localizados no litoral e voltados para o transporte intercontinental, existem também os portos fluviais, situados ao longo de rios navegáveis, e os portos lacustres, implantados às margens de lagos. Os portos fluviais possuem relevante importância, especialmente na região Norte do Brasil, onde integram as hidrovias e desempenham papel estratégico no escoamento de cargas e no transporte de passageiros, essa navegação interior damos o nome de cabotagem. Essas estruturas são fundamentais para a logística e a integração regional, sobretudo em áreas de difícil acesso por vias terrestres. Outra maneira de classificação dos Portos, muito importante e destacada no Edital do Concurso TCU 2009, diz respeito ao tipo de carga nele movimentada. Nesse sentido, temos as principais situações:

- Carga geral (ou carga “individual”): é aquela normalmente embalada (ou, mesmo que não esteja embalada, mas consista numa carga individualizada, como uma máquina, por exemplo). Ou seja, ocorre o embarque de cada volume de mercadoria de forma convencional em navios de porões, onde são acomodadas através de seu empilhamento e/ou arrumação;
- Granéis sólidos: é aquela embarcada diretamente em navios graneleiros, sem embalagem; ex.: terminais minerais, de cereais, de fertilizantes;
- Granéis líquidos: assim como os granéis sólidos, é embarcada diretamente nos tanques navios, porém sua consistência não é sólida; ex.: terminais de petroliros;
- Cargas “unitizadas”: é o agrupamento de um ou mais volumes de carga geral, ou mesmo carga a granel, em uma unidade adequada para este fim, em navios convencionais ou especiais como os “porta-containers”. Este processo de agrupamento pode ser realizado com qualquer tipo de unidade de carga existente como os containers, “pallets”, “big bags”, ou outra unidade que se preste à união da carga para movimentação única.
- Cargas especiais: automóveis (terminais “roll-on, roll-off”, ou simplesmente “ro-ro”), componentes industriais de grande porte (usinas hidrelétricas, nucleares), dentre outras[1].



Figura 2: Porto de Paranaguá - Cargas - Arquivo APPA

Os portos não são apenas pontos de carga e descarga, mas sim complexos logísticos e operacionais altamente especializados, cuja infraestrutura e tipologia são determinantes para sua eficiência, competitividade e capacidade de integração às cadeias globais de suprimentos. Eles são formados por uma infraestrutura que permite suas operações tanto no mar quanto em terra. A parte aquaviária é composta por canais, píeres, berços de atracação e áreas de manobra dos navios, enquanto a parte terrestre envolve armazéns, pátios, equipamentos e acessos que ligam o porto a rodovias, ferrovias ou dutos. Além disso, os portos podem ser classificados conforme sua função, como comerciais, industriais, pesqueiros, turísticos ou militares, de acordo com o tipo de atividade que realizam. Isso reforça que os portos são espaços estratégicos para o transporte, a logística e o desenvolvimento econômico.

2.3. Fatores críticos nas Operações Portuárias

O funcionamento de um porto moderno envolve uma série de operações logísticas integradas que se iniciam com a atracação da embarcação, passando pela descarga das mercadorias, seu armazenamento temporário e, posteriormente, a expedição para outros modais. Infelizmente o Brasil enfrenta grandes desafios para modernizar e tornar competitivos seus portos. Dentre os principais fatores críticos, destaca-se a logística de distribuição, que engloba a escolha do modal de transporte, o planejamento dos trajetos, a gestão dos processos de armazenagem e, por fim, o controle e monitoramento eficiente de todas essas informações. Inclusive o custo de transporte é citado na literatura como um dos mais importantes a ser definido, e que impacta diretamente nos resultados financeiros da empresa. Os transportes são classificados quanto à forma

em: Modal ou Uni modal (envolve apenas uma modalidade); Intermodal (envolve mais de uma modalidade e para cada trecho/ modal é realizado um contrato); Multimodal (envolve mais de uma modalidade, porém regido por um único contrato); Segmentados (envolve diversos contratos para diversos modais); e Sucessivos (quando a mercadoria, para alcançar o destino final, necessitar ser transbordada para prosseguimento em veículo da mesma modalidade de transporte, sendo regido por um único contrato). A movimentação de cargas é realizada por intermédio das modalidades:

- Terrestre (Rodoviário, Ferroviário e Dutoviário);
- Aquaviário (Marítimo, de Cabotagem, na navegação de curto curso); (Marítimo, internacional, de navegação de longo curso); e (Fluvial, de navegação Interior);
- Aéreo[4].



Figura 3: NE Almirante Saldanha 17/03/1935 atracou no cais do Porto de Paranguá - Arquivo Consuelo Tramujas

De acordo com Keedi (2014), o transporte rodoviário é responsável por 61% da matriz modal brasileira, é ele quem escoar boa parte da produção nacional de commodities, ligando mercados internos, polos industriais, portos e pontos de interesse. Apesar de ser o mais utilizado no Brasil, o modal rodoviário não é o mais eficientemente utilizado.

ente, segundo Rodrigues (2014) a capacidade de carga útil neste modal varia entre 23 e 48 toneladas, o que é relativamente pouco se comparado à outros modais capazes de fazerem carregamentos de grandes quantidades, outros pontos negativos são a incapacidade de percorrer grandes distâncias, a dependência de boas rodovias e de condições de trânsito adequadas, o custo operacional elevado que resulta em um altíssimo valor de frete por quilômetro rodado e a alta emissão de gases poluentes decorrentes do uso de combustível fóssil. De acordo com o PNL (Plano Nacional de Logística), o transporte ferroviário é um dos tipos de transportes mais seguros, tendo um baixo impacto ambiental e possuindo um custo operacional e de manutenção baixos, em relação à quantidade de carga transportada. É um meio de transporte vantajoso pois possui maior capacidade de carga, além de percorrer grandes distâncias com baixo consumo de energia, sem falar que o frete de cargas neste meio de transporte é em média 15% menor do que o valor pago no transporte feito pelas rodovias.[6] O modal dutoviário emprega a força da gravidade ou pressão mecânica, por meio de dutos para o transporte de grânéis, adequadamente projetados à finalidade a que se destinam. Os principais dutos existentes são:

- a) Gasodutos que são empregados no transporte de gases, destacando-se no Brasil a construção do gasoduto Brasil-Bolívia, Coari-Manaus e outros para o transporte de gás natural.
- b) Minerodutos que utilizam a força da gravidade para transportar minérios entre as regiões produtoras, as siderúrgicas e os portos. Esses minérios são impulsionados por um forte jato de água.
- c) Oleodutos que são empregados em sistema de bombeamento para o transporte de petróleo brutos e derivados aos terminais portuários ou centros de distribuição.

O transporte aquaviário é o modal mais empregado no comércio internacional, mas que possibilita também a navegação interior, através de rios e lagos. Os portos são as ligações entre os modais terrestres e marítimos. Possui ainda uma função adicional de atenuar o impacto do fluxo de cargas no sistema viário local, por intermédio da armazenagem e da distribuição física. O transporte aéreo é empregado, principalmente, para mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes ou com urgência na entrega. Utilizando o ar como meio de navegação, presta o serviço terminal a terminal em aeroportos, obedecendo a um conjunto de regulamentos extremamente rígido.[4] A comple-

xidade das operações portuárias e sua importância estratégica tornam os portos elementos chave para o desenvolvimento econômico, sendo essenciais para a fluidez do comércio internacional e da cadeia logística. No entanto, diversos fatores críticos impactam diretamente a eficiência dessas operações. A infraestrutura física dos portos, que envolve calado adequado, berços de atracação, retroáreas, pátios e equipamentos de movimentação, quando insuficiente ou defasada, gera gargalos logísticos, aumento no tempo de espera das embarcações e custos operacionais elevados. Além disso, fatores externos como as condições climáticas adversas incluindo ventos fortes, chuvas intensas, nevoeiros e ressacas podem ocasionar interrupções temporárias nas operações de atracação, carregamento e descarregamento, impactando diretamente os cronogramas logísticos.



Figura 4: Trem - Arquivo APPA



Figura 5: Transporte de Cargas - Arquivo APPA

3. Estudo do Porto de Paranaguá: Características, Operação e Clima



Figura 6: Porto de Paranaguá - Arquivo APPA

O Porto de Paranaguá tem se consolidado como um dos principais corredores logísticos para a movimentação de commodities produzidas no estado do Paraná. Segundo dados da APPA, o porto figurou em 1º lugar nas exportações de óleo de soja e frango, 2º lugar na exportação de soja, farelo de soja e açúcar, carne e álcool e 3º em exportação de madeira. [10] Esse desempenho é resultado de uma gestão eficiente, implementada desde sua criação e oficializada com sua inauguração em 17 de março de 1935. Este trabalho tem como objetivo analisar as principais características operacionais do porto, bem como os impactos das condições climáticas sobre suas atividades. Os Portos do Paraná são um complexo portuário, formado pelos portos de Paranaguá e Antonina. A administração funciona como empresa pública estadual, subordinada à Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, com convênio de delegação junto ao Governo Federal. O poder público mantém toda a infraestrutura de acesso aquaviário, bacia de evolução, berços de atracação, acessos rodoviários, ferroviários e internos. Já a iniciativa privada é responsável pela superestrutura: equipamentos, armazéns e mão de obra. [10]. Sua localização estratégica na Baía de Paranaguá, conta com facilidade de acessos rodoviários principalmente a BR 277, BR 116 e BR 376, e a malha ferroviária que conta com um terminal de entrega diretamente ligado às suas instalações internas de operação. Existem, no porto, dois pátios destinados a receber as cargas que chegam pela ferrovia: o pátio localizado no km 5 e o pátio D. Pedro II. Três vias urbanas cruzam esse pátio, complicando as manobras. Uma delas (R. Prof. Cleto) foi fechada ao tráfego rodoviário, no entanto o viaduto

previsto teve sua obra interrompida, encontrando-se construídos os pilares e prontas, mas não lançadas, as vigas do mesmo [11]. Apesar dos vários acessos disponíveis, um dos problemas que será discutido adiante por meio da análise é sobre o transporte rodoviário e o quanto este impacta na carga e descarga das mercadorias, gerando filas enormes, atrasos nas entregas, inclusive isto é um ponto a ser melhorado nas futuras gestões governamentais e empresas privadas, ou seja, viabilizar os acessos de escoamento das mercadorias, para que estas cheguem em tempo hábil aos destinos, e que os trabalhadores (caminhoneiros) não sejam impactados com o alto nível de despesas realizadas, sejam os fretes, as estadias e até a perda das mercadorias armazenadas nos caminhões.



Figura 7: Porto de Paranaguá - Arquivo APPA

O complexo portuário que compreende Paranaguá e Antonina conta atualmente com uma área de cerca 4.129.801,3m², com cerca de 5347 metros de cais e píeres, 45 empresas como operadores portuários, uma área de pátio de triagem de 330 mil m², para 1000 caminhões, uma área total de 538 mil m² (considerando veículos, contêineres e demais pátios). Mais 24 berços (local de atracação dos navios), 16 berços no cais comercial Paranaguá, 4 berços em 2 píeres de líquidos, 2 berços em 1 píer de fertilizantes, 2 berços em Antonina, além de: Capacidade estática (granéis sólidos): 1.775.000 toneladas | Capacidade estática (fertilizantes): 3 milhões de toneladas (considerando retro área) | Capacidade estática (granéis líquidos): 946.040 m³ | Capacidade de movimentação anual Contêine-

res: 1,5 milhão de TEU's(unidade de medida padrão no transporte marítimo, utilizada para expressar a capacidade de carga de contêineres e terminais portuários.Exemplo:1 TEU = contêiner de 20 pés de comprimento) | Capacidade nominal de embarque (Corredor de Exportação) – 9 mil toneladas/hora | Capacidade de descarga (Prancha média operacional para descarga de Fertilizantes) – 6 mil toneladas/dia/navio | MHC – Guindaste Móvel Portuário – (descarga de graneis sólidos e carga Geral): 06 unidades com capacidade de 64 toneladas a 104 toneladas.| Shiploaders: 10 (equipamento para carregamentos dos navios) | Calado: 12,5 m (profundidade máxima permitida para que os navios naveguem com segurança)[11] O clima em Paranaguá é do tipo subtropical úmido, com bastante influência da umidade e chuvas bem distribuídas durante todo o ano .Além das chuvas, também são comuns ventos fortes, nevoeiros e ressacas, que podem impactar diretamente as operações do porto. Esses eventos climáticos dificultam atividades como atracação, carregamento e descarregamento dos navios, gerando atrasos nas operações e nos prazos de entrega. Por isso, o monitoramento constante das condições climáticas é essencial para garantir a segurança das manobras portuárias e para o planejamento logístico das cargas, tanto na importação quanto na exportação.



Figura 8: Construção Porto de Paranaguá - Arquivo APPA

4. Método

A ANTAQ disponibiliza um painel estatístico em seu portal, oferecendo acesso à informações cruciais sobre as operações portuárias no Brasil, incluindo um dashboard interativo para facilitar a navegação dos usuários. Para a análise dos dados, foram coletados os registros do período de 2020 a 2024, abrangendo uma ampla

gama de variáveis e indicadores relevantes. O site também oferece um dicionário detalhado dos dados, que explica as tabelas e variáveis, bem como fornece dados auxiliares que facilitam a busca por informações específicas de portos nacionais e estrangeiros. A linguagem Python foi escolhida devido à sua robustez na manipulação de grandes volumes de dados e à ampla integração com bibliotecas especializadas, como Numpy, Seaborn, Pandas e Matplotlib. Além disso, a integração com ferramentas de visualização como Power BI, Excel, Google Colab e Google Drive torna a análise mais fluida e acessível. Foram necessárias duas tabelas: a tabela Atracação e a Tempos de Atracação Paralisação, após o download, foi necessário a escolha das variáveis necessárias e posteriormente a limpeza de algumas informações, visto que não havia uma padronização , a exemplo os dados do tipo Nan, eram apresentados de várias formas como n/a, vazios, e demais váriáveis como as datas, que foram sendo corrigidas em anos subsequentes. Como a tabela de Atracação continha 29 colunas (variáveis), foram escolhidas cerca de 13 opções que eram as necessárias para o estudo; já a de Paralisação foram usadas 4, como o exemplo abaixo do ano de 2024, ambas se relacionando pela variável IDAtracação, que permitiu a programação e elaboração de códigos.

Variáveis	Descrição
IDATRACAÇÃO	ID da atracação
PORTO_ATRACAÇÃO	Nome do porto
DATA_ATRACAÇÃO	Data de atracação no porto
DATA_DE_CHEGADA	Data de chegada ao local
DATA_INÍCIO_OPERAÇÃO	Data de início das operações
DATA_FIM_OPERAÇÃO	Data fim das operações
ANO	Ano da atracação
MÊS	Mês da atracação
TIPO_DE_OPERAÇÃO	Operações diversas
MUNICÍPIO	Município da atracação
UF	UF da atracação
SGUF	SGUF da atracação
REGIÃO GEOGRÁFICA	Região Geográfica da atracação

Figura 9: Variáveis - Atracação

Variáveis	Descrição
IDATRACAÇÃO	ID da atracação
DTInicio	Data de início da paralisação
DTTermino	Data de término da paralisação
DescricaoTempoDesconto	Descrição dos tipos de paralisações

Figura 10: Variáveis - Paralisação

A análise das paralisações portuárias é essencial para diagnosticar disfunções operacionais, mapear perdas de eficiência e mensurar o impacto de variáveis externas e internas sobre a cadeia logística. Esse estudo permite a identificação de padrões recorrentes, subsidia o planejamento estratégico das autoridades portuárias e operadores, e orienta políticas públicas voltadas à otimização da infraestrutura e dos processos de movimentação de cargas.

5. Resultados

A partir das variáveis selecionadas, foi estruturado um roteiro analítico com o objetivo de organizar e contextualizar as informações de forma hierárquica. Inicialmente, a análise contemplou o panorama geográfico nacional, avançando posteriormente para um recorte específico da Região Sul. Em seguida, foram explorados individualmente os principais portos dessa região, com destaque final para o Porto de Paranaguá, e nos padrões de paralisação observados nesse terminal.

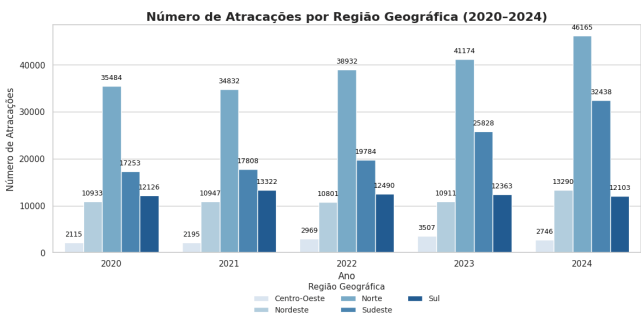


Figura 11: Evolução das Atracções - 2020 a 2024

Observa-se que a Região Norte se destaca consistentemente com o maior volume de atracções em todos os anos, culminando em um pico em 2024 com 46.165 operações, o que representa uma tendência de crescimento significativa. A Região Sudeste também apresenta um aumento expressivo, especialmente entre 2022 e 2024, atingindo 32.438 atracções no último ano. Em contraste, o Centro-Oeste permanece com os menores números absolutos, embora apresente certa oscilação no período. As regiões Nordeste e Sul mantêm patamares relativamente estáveis, com leve crescimento no Nordeste e uma leve queda no Sul em 2024. Esses dados evidenciam a importância estratégica da Região Norte no cenário portuário nacional, refletindo sua forte integração hidroviária e o papel logístico na exportação de commodities.

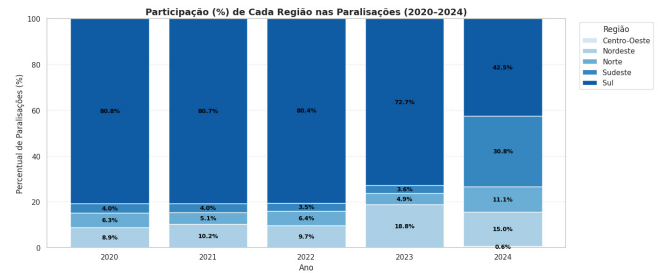


Figura 12: Percentual representativo - 2020 a 2024

A Região Norte se consolida como a principal área de atracções portuárias no Brasil entre 2020 e 2024, registrando crescimento contínuo e atingindo o maior volume em 2024, com 46.165 atracções. Dentro da região, os estados do Pará e do Amazonas se destacam como os maiores receptores de operações portuárias. No Pará, o município de Belém lidera com grande concentração de atracções, refletindo a importância estratégica do Porto de Belém, que atua como hub logístico para a exportação e distribuição regional.

Porto : Belém		
Ano	Atracções	
2020	4843	
2021	5726	
2022	5812	
2023	6224	
2024	6275	

Figura 13: Atracções no Pará- 2020 a 2024

Já no Amazonas, o município de Manaus é protagonista, impulsionado pelo Porto de Manaus, essencial para o escoamento da produção industrial da Zona Franca. Essa predominância da Região Norte está fortemente associada à sua rede hidroviária navegável, que favorece a conexão entre polos produtivos e áreas de exportação, sobretudo de grãos, minério e produtos industrializados.



Figura 14: Atracções no Pará e Amazonas,- 2020 a 2024
Ressalta-se que parte significativa das atracções registradas no estado do Pará, especialmente em Belém e Santarém, está diretamente vinculada à navegação interior e ao uso de hidrovias. Essa característica confere à Região Norte um diferencial logístico baseado na intermodalidade e no aproveitamento dos rios como corredores de transporte.

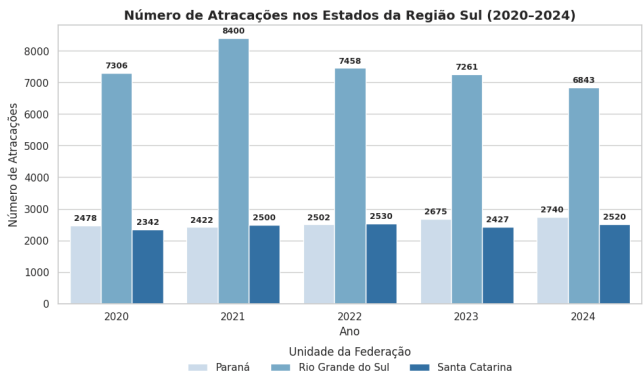


Figura 15: Atracções na Região Sul - 2020 a 2024

A Região Sul apresenta grande relevância operacional no cenário portuário brasileiro. No período analisado, o estado do Rio Grande do Sul liderou em número de atracções, seguido por Santa Catarina e Paraná. O Porto do Rio Grande, em especial, concentrou a maior parte das operações do estado gaúcho, destacando-se pela diversidade de cargas movimentadas, incluindo granel líquido, sólido e contêineres. Em Santa Catarina, os portos de São Francisco do Sul e Itajaí também apresentaram desempenhos expressivos, sobretudo em cargas gerais. Já o Paraná, apesar de registrar menor número absoluto de atracções em comparação aos demais estados da região, abriga o Porto de Paranaguá, um dos mais relevantes em volume de carga e conectividade intermodal. Na Região Sul do Brasil, três portos se destacam como os principais polos de movimentação portuária: Porto de Rio Grande (RS), Porto de Paranaguá (PR) e Porto de São

Francisco do Sul (SC). Esses portos são responsáveis por uma parcela significativa das atracções e do escoamento de cargas na região, exercendo papel estratégico para a economia local e nacional. Cada um apresenta características operacionais distintas, com vocações específicas para determinados tipos de carga, o que os torna complementares no contexto logístico da região.

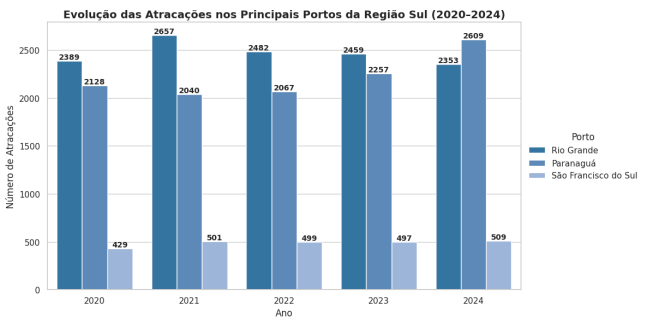


Figura 16: Portos: Rio Grande, São Francisco do Sul, Paranaguá - 2020 a 2024

Dentre os principais portos da Região Sul, o Porto de Paranaguá merece destaque não apenas pela sua localização estratégica no litoral do Paraná, mas sobretudo por sua expressiva movimentação de cargas e contínuo crescimento operacional. Reconhecido como uma das principais portas de saída para commodities agrícolas brasileiras. O Porto de Paranaguá é responsável por significativa parcela da movimentação portuária da Região Sul, apresentando perfil operacional voltado para exportações de granel sólido, fertilizantes, e cargas containerizadas.

Porto: Paranaguá	
Ano	Atracações
2020	2418
2021	2327
2022	2405
2023	2587
2024	2633

Figura 17: Atracções Porto de Paranaguá - 2020 a 2024

Em 2020, foram registradas 2418 atracções no terminal, número que se manteve relativamente estável

até 2024. Sua importância estratégica se deve à capacidade de escoamento da produção agrícola do Centro-Sul brasileiro, além da conexão ferroviária e rodoviária com os principais polos logísticos do país. Embora o volume de atracções reflita a intensidade da movimentação portuária, a eficiência das operações também depende da capacidade de minimizar interrupções. As paralisações portuárias, sejam por fatores climáticos, operacionais ou estruturais, impactam negativamente a fluidez da cadeia logística, gerando atrasos, ociosidade e aumento de custos. A seguir, são apresentados os resultados relacionados à frequência, duração e causas predominantes das paralisações nos portos brasileiros no período de 2020 a 2024. A base de dados disponibilizada pela ANTAQ abrange informações desde o ano de 2010 até os dias atuais. No entanto, observa-se que os registros relacionados às paralisações tornaram-se mais consistentes e abrangentes após alguns anos. Nos primeiros anos em que os registros foram incluídos, as descrições eram bastante limitadas, concentrando-se majoritariamente em termos genéricos como “Outros”, “*Chuva e/ou outras condições climáticas desfavoráveis*” e “*Fundeio sem previsão de atracção*”. Após uma consolidação de solicitação por parte das instalações portuárias, o campo que era aberto, foi atualizado para a seguinte lista abaixo, conforme palavras de Fernando Antonio Correia Serra, gerente de estatística e avaliação de desempenho (GEA), da Agência Nacional de Transportes Aquaviários: [12] Chuva e/ou outras condições climáticas desfavoráveis; Fundeio sem previsão de atracção; Outros; Falta de energia elétrica; Greve ou falta de trabalhadores portuários avulsos; Quebra de equipamento do Porto, devidamente comprovada; Quebra de equipamento do Operador Portuário, devidamente comprovada; Acidente; Maré para embarcações com restrição de operação; Arqueação; Rechego; Peação da carga; Mudança de porão; Aguardando transporte rodoviário; Troca de turno; Limpeza operacional; Liberação de órgãos públicos; Manobra de embarcação; Problema operacional da embarcação; Aguardando carga; Aguardando vagões; Sem operação por conveniência do armador; Sem operação por conveniência do agente; Sem operação por conveniência do operador; Manutenção preventiva; Aguardando sequência de descarga; Preparação de equipamentos do cais; Motivo de segurança; Pernoite de navio atracado; Parada para almoço;

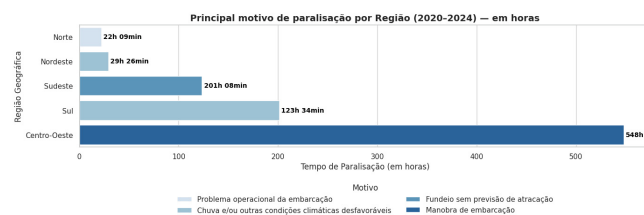


Figura 18: Paralisações por Regiões Geográficas - 2020 a 2024

A análise por região geográfica revela que os portos das Regiões Sul e Sudeste concentraram a maior quantidade de paralisações no período analisado. O resultado da Região Centro Oeste registrou o maior volume em horas de paralisação pelo seguinte motivo: manobra de embarcação. Vale ressaltar ainda que esse resultado em sua grande maioria foi obtido no ano de 2024. Ao considerar a participação relativa de cada região no total de paralisações, observa-se que o Sul e o Sudeste mantêm uma predominância estável ao longo dos anos, enquanto o Norte e o Nordeste contribuem com percentuais menores, mas com certa oscilação anual. Na Região Sul, esse número é influenciado principalmente pela alta frequência de paralisações registradas no estado do Paraná. Em todas as regiões, o motivo mais recorrente foi “chuva e/ou outras condições climáticas desfavoráveis”, evidenciando a dependência das operações portuárias de condições meteorológicas adequadas. Outros motivos incluem problemas operacionais, falta de documentação e indisponibilidade de equipamentos.

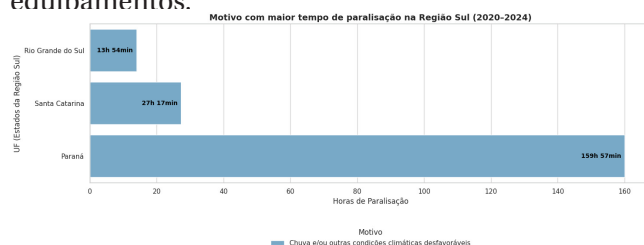


Figura 19: Paralisações na Região Sul - 2020 a 2024

Na Região Sul, a distribuição das paralisações entre os estados revela uma concentração significativa no estado do Paraná. No período de 2020 a 2024, o Paraná acumulou mais de 159 horas de paralisações, superando amplamente os demais estados da região. O Rio Grande do Sul e Santa Catarina apresentaram números inferiores tanto em frequência quanto em duração, ainda que compartilhem os mesmos principais fatores causadores. Esse cenário reforça a necessidade de investimentos em infraestrutura, planejamento logístico e protocolos de contingência especialmente nos terminais mais impactados do Paraná. A análise do tempo perdido permite inferir que, além da frequên-

cia, a duração média das paralisações também é mais significativa em terminais de grande porte. Isso compromete não apenas o fluxo das cargas, mas também a previsibilidade e o custo das operações logísticas.

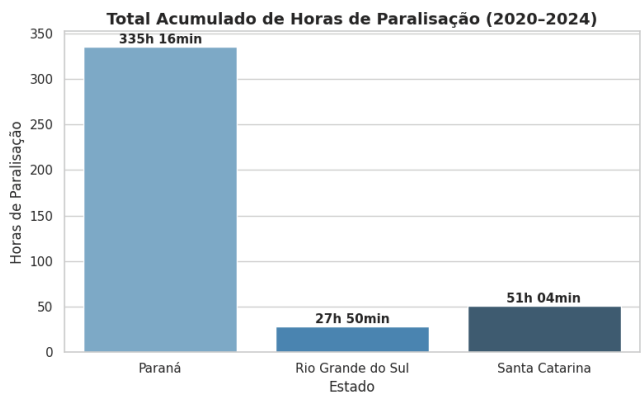


Figura 20: Horas acumuladas - Paralisações Diversas 2020 a 2024

O gráfico apresenta o total acumulado de horas de paralisação portuária nos estados do Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) entre os anos de 2020 e 2024, considerando todos os tipos de paralisações registradas. Observa-se que o estado do Paraná concentra a maior parte do tempo paralisado, somando 335 horas e 16 minutos — um volume significativamente superior ao de Santa Catarina (27h 50min) e do Rio Grande do Sul (51h 04min). No recorte específico do Porto de Paranaguá, observou-se uma forte concentração de paralisações associadas a eventos climáticos. Além disso, fatores operacionais internos, como espera por documentação ou disponibilidade de berços, também contribuíram para o acúmulo de horas perdidas. O padrão observado reforça a vulnerabilidade do porto às variabilidades climáticas e a necessidade de adoção de medidas de resiliência e adaptação.

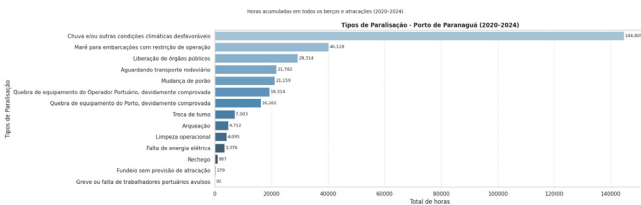


Figura 21: Horas acumuladas - Paralisações em Paranaguá 2020 a 2024

Considerando sua posição estratégica como corredor de exportação agrícola, o impacto das paralisações representa um gargalo relevante na logística nacional.

A alta frequência de eventos climáticos sugere a necessidade de adoção de sistemas de monitoramento meteorológico mais robustos, bem como a revisão de protocolos operacionais para mitigar os efeitos de eventos adversos. Para efeito de comparação foi gerada um análise sobre os três maiores portos da região sul, São Francisco do Sul, na região de Santa Catarina, Rio Grande no Rio Grande do Sul e por fim o de Paranaguá. Embora cada um deles apresentem características diferentes quanto a localização, clima e operação, ainda assim nota se que Paranaguá lidera em números absoluto. A análise integrada das atracações e paralisações portuárias no Brasil entre 2020 e 2024 evidencia dinâmicas operacionais distintas entre as regiões e seus principais terminais. A Região Sul, composta pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, apresenta elevada atividade portuária, com o estado gaúcho liderando em número de atracações no período. Os portos de Rio Grande, São Francisco do Sul e Paranaguá, além de exercerem papel logístico fundamental, concentram também os maiores volumes de paralisações da região. O Porto de Paranaguá, em especial, destaca-se não apenas pelo volume de movimentações, mas também pela vulnerabilidade a eventos climáticos e operacionais. Essa constatação reforça a importância de políticas voltadas à melhoria da infraestrutura, adoção de tecnologias preditivas e estratégias de resiliência para garantir maior eficiência e estabilidade às operações portuárias do Sul do país.

6. Relatório ANTAQ e GIZ



Figura 22: Relatório GIZ a ANTAQ

Existem outros estudos sobre a questão climática e como estas afetam a logística portuária, recentemente finalizado, em 22 de junho de 2023, o mais completo deles foi uma parceria que a ANTAQ, fez junto a Deuts-

che Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), um estudo de dois anos, dividido em três etapas[15]. As três etapas do estudo foram relatadas pela diretora Flávia Takafashi que explicou que o estudo aprovado pela ANTAQ tem como objetivo municiar entidades portuárias públicas e privadas a buscar novas certificações e conhecimentos relacionados ao meio ambiente. O Eixo 1, finalizado em 2021, trouxe um estudo contendo o levantamento das principais ameaças climáticas, riscos e impactos da mudança nos portos públicos costeiros do Brasil. O objetivo foi elaborar um ranking com em 21 portos públicos brasileiros analisados sob maior risco climático atual e para os anos 2030 e 2050.



Figura 23: Relatório GIZ a ANTAQ - Localização dos portos costeiros brasileiros selecionados para análise.

O Eixo 2 do trabalho, entregue em dezembro de 2022, tratou de levantamentos de risco climático e medidas de adaptação para infraestruturas portuárias. Nesta etapa três portos foram estudados: Porto de Santos (SP), Aratu (BA) e Rio Grande (RS). De acordo com as conclusões apresentadas, todos os três portos possuem riscos de paralisações, em casos de chuvas fortes. Na última etapa foi apresentado um metodológico com todas as diretrizes para realização de estudos de caso. O objetivo é possibilitar a todas as autoridades portuárias a realização das suas próprias análises de impacto climático e o desenvolvimento de estratégias para mitigá-los. [16]

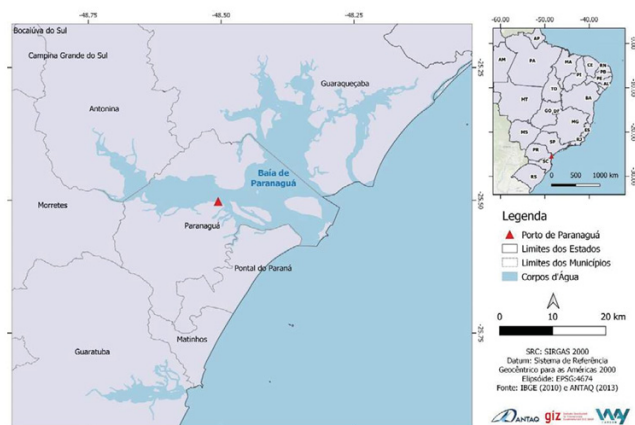


Figura 24: Relatório GIZ a ANTAQ - Localização do Porto de Paranaguá.

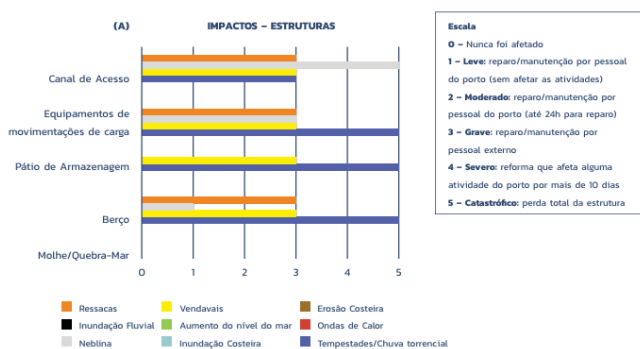


Figura 25: Figura 43 do estudo Antaq e Giz: Resultados das questões Porto de Paranaguá: Grau com que cada ameaça climática já afetou negativamente às (a) estruturas.

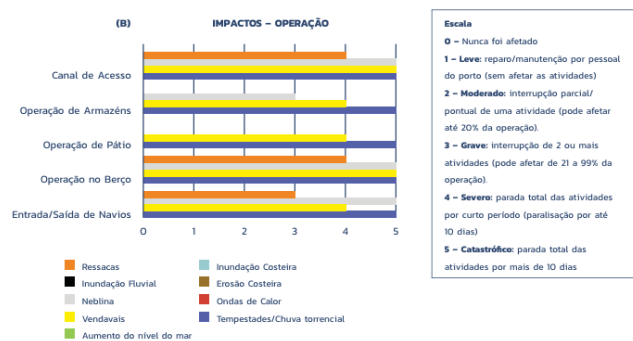


Figura 26: Figura 43 do estudo Antaq e Giz: Resultados das questões Porto de Paranaguá: Grau com que cada ameaça climática já afetou negativamente às (b) operação.

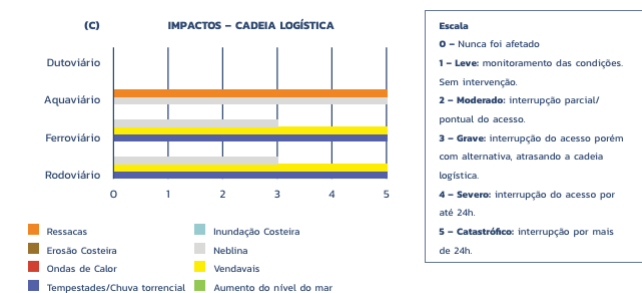


Figura 27: Figura 43 do estudo Antaq e Giz: Resultados das questões Porto de Paranaguá: Grau com que cada ameaça climática já afetou negativamente às (c) cadeia logística.

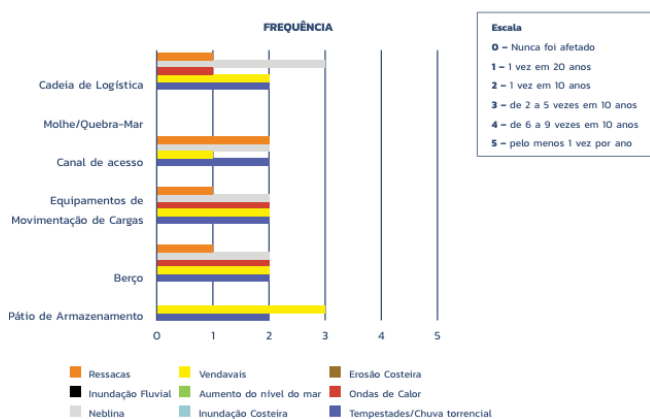


Figura 28: Figura 44 do estudo Antaq e Giz: Porto de Paranaguá: frequência das ameaças climáticas com que cada estrutura do porto foi impactada negativamente (quando houve alguma interrupção na operação, ou danos a infraestrutura)

As ameaças climáticas tempestades/chuvas torrenciais e neblina já afetaram a infraestrutura portuária de forma catastrófica. Vendavais e ressacas afetaram de forma grave. Destaca-se ainda que vendavais, tempestades/chuvas torrenciais e neblina já provocaram impactos catastróficos na operacionalidade, assim como nas cadeias logísticas do Porto. As ressacas, por sua vez, já provocaram impactos catastróficos no acesso aquaviário. Em relação à frequência, os vendavais e neblina ocorrem com maior frequência, de 2 a 5 vezes em um período de 10 anos, já as outras ameaças são mais esporádicas. [16] Esse trecho acima é o relato final sobre o estudo do porto de Paranaguá.

7. Conclusão

A partir da aplicação de técnicas de Data Science e Big Data, este estudo comprovou a efetividade do uso de ferramentas analíticas na identificação de padrões e fatores que impactam as paralisações portuárias no

Brasil, com foco específico no Porto de Paranaguá. Por meio da utilização da linguagem Python e de bibliotecas como Pandas, Seaborn e Matplotlib, foi possível extrair, tratar, visualizar e analisar dados históricos disponibilizados pela ANTAQ no período de 2020 a 2024. Os gráficos apresentados ao longo do trabalho evidenciam, de forma clara, que a Região Sul e, em particular, o estado do Paraná concentra o maior número de paralisações no período analisado. O Porto de Paranaguá destacou-se com elevados índices de interrupções operacionais, superando outros portos relevantes da região, como Rio Grande (RS) e São Francisco do Sul (SC). Os resultados mostraram que os gargalos logísticos, sobretudo relacionados ao transporte rodoviário de acesso ao porto, representam uma das principais causas operacionais de ineficiência, refletindo diretamente no tempo de atracação e na produtividade das operações portuárias. Adicionalmente, a dependência das condições climáticas reforça a necessidade de sistemas preditivos que auxiliem no planejamento e na mitigação dos impactos operacionais. Como melhorias futuras, recomenda-se a ampliação da base de dados, incorporando variáveis externas, como informações climáticas detalhadas, tráfego rodoviário em tempo real e indicadores econômicos, além de um monitoramento mais eficiente das condições meteorológicas que impactam diretamente a operação portuária. Também se destaca a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura rodoviária, com melhorias nas estradas que dão acesso ao porto, construção de vias de escoamento mais eficientes e eliminação de pontos de congestionamento, que hoje comprometem o fluxo logístico. Adicionalmente, é fundamental a promoção da integração entre os diferentes modais, reduzindo assim a sobrecarga no transporte rodoviário e tornando a cadeia logística mais eficiente e sustentável. Esse avanço só será possível por meio de ações conjuntas entre o setor público e a iniciativa privada. Portanto, é imprescindível que o governo, em suas esferas federal, estadual e municipal, atue não só na melhoria da infraestrutura física, mas também no desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a modernização portuária e a adoção de soluções tecnológicas. Somente com essa colaboração ampla e integrada será possível reduzir os impactos das paralisações, otimizar as operações e garantir maior competitividade aos portos brasileiros no cenário internacional.

8. Agradecimentos

Aos meus pais, pela palavras de incentivo e acompanhamento em minha jornada pessoal e profissional, as suas presenças foram fundamentais. Aos professores Wagner Bonat, Paulo Lisboa e Lucas Ferrari, que me orientaram para a elaboração deste artigo. Um agradecimento em especial para a GEA - Gerência de Estatística e Avaliação de Desempenho, da ANTAQ e demais responsáveis. Que se mostraram muito solícitos em me orientar e colaborar com minhas indagações sobre o tema. Além de Deus, e meus guias que se fizeram presente nesse e em vários momentos da vida.

Referências

- [1] Araújo, Renato. Engenharia Portuária. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/502115224/Engenharia-Portuaria>>. Acesso em: 20/05/2025.
- [2] Novaes, Antonio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 3 a ed. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- [3] Supply Chain e Portos - Volume 1/ Organização: Julio Cesar Raymundo; Alexandre Ricardo Machado; Denilson Luiz de Carvalho; Fábio Emmerich de Souza Mossini – Belo Horizonte – MG: Poisson, 2022
- [4] Cabral Filho, Djalma Alves Gestão logística e tendências da logística 4.0 / Djalma Alves Cabral Filho. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.
- [5] Eduardo Fernando; Indústria Portuária e Marítima. In: daial: Uniasselvi, 2020.
- [6] Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos na Área Portuária - Volume 1/ Organização: Alexandre Ricardo Machado; Julio Cesar Raymundo – Belo Horizonte – MG: Poisson, 2022
- [7] Fundamentos de Logística, Transporte e Comércio Exterior – Projeto Formare / Pablo Roberto Auricchio Rojas – São Paulo: Grupo Ibmecc Educacional, 2010. 584p. :il. Color.:30cm. Fundação Iochpe / Cadernos Formare
- [8] Planejamento portuário : recomendações para acessos náuticos [recurso eletrônico] / coordenação Edson Mesquita dos Santos ... [et al.]. — 1. ed. — Rio de Janeiro : Praticagem do Brasil, 2022.
- [9] Davi Garcia; Melo, Edson Correia de; Ludovico, Nelson (org). Gestão de produção e logística. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013, p. 216.
- [10] Portos do Paraná. Logística Inteligente, Carlos Eidam de Assis Chefe do Departamento de Planejamento
- [11] Administração dos Portos do Paraná - APPA ;Fundação de Ensino de Engenharia de Santa Catarina - FEESC; Laboratório de Transporte e Logística - LABTRANS - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá PDZPO Volume 1
- [12] Portos do Paraná. Dados gerais - Paranaguá e Antonina Disponível em:<<https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Operacional/Pagina/Dados-Gerais>> Acesso em: 29/05/2025
- [13] Portos do Paraná: imagens e histórias dos Portos de Paranaguá e Antonina = Ports of Paraná: Paranaguá and Antonina Ports Images and Histories /organização e edição geral Francisco Eduardo Vaconcelos; Gilberto Menezes Cortes; edição de Ralph Viana; fotografia Rodrigo Leal; edição de arte Thyana Azevedo e Francisco Eduardo de Vasconcelos; versão para inglês Cristiana Mendes Traduções; revisão Raquel Grillo.-Rio de Janeiro: Arte América, 2007, 244p.
- [14] Portos e Terminais Marítimos do Brasil -2ª Edição- Aureo Berger; Flávio Roberto Berger | 2009
- [15] Antaq e alemã GIZ lançam última etapa de estudo sobre ameaças climáticas nos portos brasileiros - Mariana Avelar, 06 julho de 2023 Disponível em:<<https://www.tecnologistica.com.br/br/log-tv/log-tv/17206/antaq-e-alema-giz-lancam-ultima-etapa-de-estudo-sobre-ameacas-climaticas-nos-portos-brasileiros/>> Acesso em 30/05/2025
- [16] Reunião Colegiada / Finalizado estudo de impacto climático nos portos brasileiros 22 de junho de 2023 Disponível em:<<https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2023/finalizado-estudo-de-impacto-climatico-nos-portos-brasileiros>> Acesso em: 30/05/2025
- [17] Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Costeiros Brasileiros : Sumário Executivo, Disponível em:<<https://sophia.antaq.gov.br/Terminal/Resultado/Listar?guid=497a941b96dc8d70bfc7>> Acesso em: 30/05/2025
- [18] Despacho: Solcitação de Informação - por Fernando Antonio Correia Serra, Gerente de Estatística e Avaliação de Desempenho, em 25/06/2025, às 14:38, conforme horário oficial de Brasília - ESIC nº196/2025/ANTAQ.