



## **UMA DÉCADA DE DESEMPENHO PORTUÁRIO NO BRASIL (2014-2024): CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL USANDO PCA**

### **A DECADE OF PORT PERFORMANCE IN BRAZIL (2014-2024): THE CONSTRUCTION OF A MULTIDIMENSIONAL INDEX USING PCA**

DAYSE SOARES DE LIMA DONATO (FATEC BS – RUBENS LARA)  
dayse.donato@fatec.sp.gov.br

ENZO FARIAS DE MORAES (FATEC BS – RUBENS LARA)  
enzo.moraes@fatec.sp.gov.br

LUANN GAGLIARDI (FATEC BS – RUBENS LARA)  
luann.gagliardi@fatec.sp.gov.br

PAULO HENRIQUE TAVARES DELFINO DE ANDRADE (Fatec BS – Rubens Lara)  
paulo.andrade20@fatec.sp.gov.br

JOSE AUGUSTO THEODOSIO PAZETTI (FATEC BS – RUBENS LARA)  
jose.pazetti01@fatec.sp.gov.br

### **RESUMO**

A avaliação de desempenho portuário no Brasil é tradicionalmente dominada por métricas de volume, que ofuscam aspectos cruciais como agilidade, velocidade e confiabilidade. Este artigo propõe uma metodologia inovadora para criar um Índice de Desempenho Portuário (IDP), um score multidimensional que oferece uma visão holística e justa da performance. Utilizando um universo de 687.280 operações de movimentação de carga extraídas dos microdados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) no período de 2014 a 2024, foram calculados cinco KPIs para os 35 principais complexos portuários do país: Agilidade, Velocidade, Produtividade, Risco e Escala. Através da Análise de Componentes Principais (PCA), estes indicadores foram sintetizados em um único índice. A análise dos componentes revelou que a performance de elite é primariamente definida pela Produtividade e Escala, muitas vezes em um *trade-off* com a Confiabilidade. O ranking final gerado pelo IDP revela uma nova hierarquia de desempenho, destacando "campeões ocultos" de eficiência e mostrando que grandes hubs de volume enfrentam desafios relativos de performance. O IDP se apresenta, portanto, como uma ferramenta mais robusta e abrangente para o *benchmarking* e o planejamento estratégico do setor portuário nacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de componentes principais; ANTAQ; Ciência de dados; Eficiência portuária; Índice de desempenho.



## ABSTRACT

*Port performance evaluation in Brazil is traditionally dominated by volume-based metrics, which overshadow crucial aspects such as agility, speed, and reliability. This study proposes an innovative methodology to create a Port Performance Index (Índice de Desempenho Portuário - IDP), a multidimensional score that offers a holistic and fair assessment of performance. Utilizing a universe of 687,280 cargo handling operations extracted from National Waterway Transportation Agency (ANTAQ) microdata from 2014 to 2024, five KPIs were calculated for the country's 35 main port complexes: Agility, Velocity, Productivity, Risk, and Scale. Through Principal Component Analysis (PCA), these indicators were synthesized into a single index. The analysis of the components revealed that elite performance is primarily defined by Productivity and Scale, often in a trade-off with Reliability. The final ranking generated by the PPI unveils a new hierarchy of performance, highlighting "hidden champions" of efficiency and showing that large volume hubs face relative performance challenges. The PPI, therefore, presents itself as a more robust and comprehensive tool for benchmarking and strategic planning in the national port sector.*

**KEYWORDS:** *Principal component analysis; ANTAQ; Data science; Port efficiency; Performance index.*

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade do Brasil no cenário do comércio global é intrinsecamente ligada à performance de sua infraestrutura portuária. Tradicionalmente, a avaliação dessa performance tem sido dominada por métricas de volume, como o total de toneladas movimentadas, que, embora importantes para medir a escala, oferecem uma visão incompleta e por vezes enganosas da eficiência real. Um porto pode ser um gigante em volume, mas simultaneamente sofrer com longos tempos de espera, baixa produtividade e altas taxas de paralisação. Esta análise unidimensional mascara ineficiências críticas e dificulta um benchmarking justo entre terminais com diferentes perfis. O verdadeiro desafio, portanto, reside em como sintetizar as múltiplas facetas da operação portuária — agilidade, velocidade, produtividade e confiabilidade — em uma métrica de desempenho que seja ao mesmo tempo holística e objetiva.

Para preencher essa lacuna, este estudo propõe a criação de um Índice de Desempenho Portuário (IDP), para operacionalizar esta proposta, o objetivo geral é desenvolver e analisar este índice para o sistema portuário brasileiro, por meio dos seguintes objetivos específicos:

- a) Consolidar e agregar os microdados da ANTAQ para o período de 2014 a 2024, tratando um universo de 687.280 operações de movimentação de carga para construir um painel de cinco indicadores de desempenho (KPIs) — Agilidade, Velocidade, Produtividade, Risco e Escala — para os 35 principais complexos portuários do país;



- b) Empregar a Análise de Componentes Principais (PCA), uma técnica robusta da Álgebra Linear, para sintetizar os KPIs multidimensionais em um único e robusto IDP;
- c) Gerar um novo ranking de performance e analisar a composição do índice para entender a "fórmula" da alta performance;
- d) Comparar o ranking do IDP com o tradicional, baseado em volume, para identificar os "campeões ocultos" de eficiência e os "gigantes com desafios" do sistema.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão da literatura tem como objetivo situar a presente pesquisa no campo científico, destacando conceitos-chave relacionados à eficiência portuária, ao risco operacional e às aplicações de Ciência de Dados. Dessa forma, busca-se demonstrar como a integração dessas áreas pode fornecer soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelos portos brasileiros.

### 2.1 Desempenho Portuário: Eficiência e Risco Operacional

A eficiência da infraestrutura portuária é um dos elementos determinantes da competitividade do comércio internacional. Conforme Bain & Company (2023), as ineficiências nos portos brasileiros geram perdas superiores a US\$ 2 bilhões anuais, resultando em atrasos e custos adicionais que afetam toda a cadeia logística. Estudos apontam que as paralisações podem ser classificadas como riscos operacionais, pois decorrem de falhas em processos internos, causas externas ou até mesmo de imprevistos climáticos (Fernandes; Silva, 2020).

Segundo Souza et al. (2020), os riscos operacionais em ambientes portuários têm como característica a elevada complexidade, dado que envolvem múltiplos agentes, sistemas e variáveis. Nesse sentido, compreender suas causas e impactos é essencial para a criação de mecanismos de mitigação que possibilitem maior previsibilidade e eficiência operacional.

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) é a principal responsável pela coleta e disponibilização de dados referentes ao setor aquaviário. Em 2023, o setor movimentou mais de 1,3 bilhão de toneladas, configurando um recorde histórico (ANTAQ, 2024).

### 2.2 A Aplicação da Ciência de Dados na Análise Portuária

A Ciência de Dados tem se consolidado como uma disciplina que integra estatística, aprendizado de máquina e computação para extrair conhecimento de grandes volumes de dados (Domingos, 2012). No contexto portuário, o poder da Ciência de Dados reside na sua capacidade de transformar a avaliação de desempenho. Em vez de se limitar a rankings descritivos baseados em volume, a abordagem permite a construção de modelos de benchmarking multidimensionais. Ao modelar e ponderar objetivamente diferentes facetas da operação, torna-se possível

criar índices, como o IDP, que oferecem uma comparação mais justa e equitativa entre os portos, embasando decisões estratégicas de investimento e gestão.

A transformação de dados brutos em um formato analítico limpo e estruturado é um dos maiores desafios em projetos de Ciência de Dados. Este processo é conhecido como *ETL (Extract, Transform, Load)*. O *ETL* consiste em um conjunto de atividades que permitem a extração de dados de fontes diversas, a transformação desses dados em um formato adequado e a carga dessas informações em um destino final (Abreu, 2008).

A execução de um pipeline de *ETL* rigoroso, como o realizado neste trabalho, é um pré-requisito indispensável para garantir a validade e a confiabilidade dos insights gerados.

### **2.3 Análise De Componentes Principais (PCA) na Construção de Índices Compostos**

Diante de problemas multidimensionais, como a avaliação da performance portuária que envolve diversos indicadores, a Análise de Componentes Principais (PCA) surge como uma técnica de aprendizado não-supervisionado de grande poder. O objetivo do PCA é reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados, preservando o máximo de variabilidade (informação) possível.

Fundamentalmente, o PCA é uma aplicação direta da Álgebra Linear. A técnica projeta os dados em um novo sistema de coordenadas, onde os eixos são os chamados "componentes principais". O primeiro componente principal é a direção no espaço  $n$ -dimensional que captura a maior variância dos dados. Matematicamente, essa direção é o autovetor associado ao maior autovalor da matriz de covariância dos dados. O segundo componente é a direção ortogonal à primeira que captura a maior parte da variância restante, e assim sucessivamente (De Oliveira; De Assis; Braga, 2012).

Ao selecionar os primeiros componentes, é possível representar um dataset complexo com um número muito menor de variáveis, com perda mínima de informação. No contexto deste trabalho, o PCA é utilizado para sintetizar os cinco KPIs de performance em um único score — o Índice de Desempenho Portuário (IDP) —, onde o primeiro componente principal representa a combinação linear dos KPIs que melhor explica a "performance geral" no sistema portuário brasileiro.

A criação de índices compostos é uma prática estabelecida em diversas áreas, como economia (Índice de Desenvolvimento Humano - IDH) e sustentabilidade (Índice de Sustentabilidade Ambiental - ISA), para resumir fenômenos complexos em um único valor numérico, facilitando comparações e *benchmarking*. Um bom índice deve ser objetivo, transparente e metodologicamente robusto (De Paula; Fonseca, 2025).

A utilização do PCA para determinar os pesos dos indicadores na construção de um índice composto é uma abordagem que supera a subjetividade da atribuição manual de pesos. Ao derivar os pesos diretamente da estrutura de correlação dos próprios dados, o PCA garante que o índice final reflita a importância intrínseca de cada dimensão na variabilidade total do fenômeno estudado. Esta metodologia,

portanto, é ideal para a construção de um Índice de Desempenho Portuário que seja ao mesmo tempo abrangente e empiricamente fundamentado.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia foi estruturada em uma sequência de quatro etapas principais, que se inicia com a coleta e preparação dos dados, seguida pela construção dos indicadores de desempenho, a aplicação da Análise de Componentes Principais para a criação do índice e, por fim, as análises secundárias para aprofundamento dos insights. A abordagem garante a robustez e a reprodutibilidade dos resultados, transformando um grande volume de microdados operacionais em um framework analítico para o *benchmarking* de portos.

#### 3.1 Coleta e Preparação dos Dados

A base de dados para este estudo foi composta pelos microdados públicos disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), compreendendo o período de 2014 a 2024. Foram utilizados quatro conjuntos de dados principais: `atracacao`, `carga`, `tempos_atracacao` e `tempos_atracacao_paralisacao`.

Dado o volume massivo de informações, em especial o arquivo de movimentação de cargas, que contém dezenas de milhões de registros, foi implementado um rigoroso processo de *ETL* para garantir a viabilidade da análise em ambientes com restrição de memória. Na fase de Extração, os arquivos brutos em formato `.txt` foram convertidos para o formato colunar otimizado Apache Parquet.

A fase de Transformação, a mais crítica, foi conduzida da seguinte forma:

- a) **Agregação de Carga:** o arquivo `carga_consolidado.parquet` foi processado em lotes (`chunks`) de 2 milhões de linhas para evitar o esgotamento da memória RAM. Para cada lote, as operações foram agrupadas por atracação (`IDAtracacao`) e as seguintes métricas foram calculadas: `VLPesoCargaBruta` (soma), `TEU` (soma), `QTCarga` (soma) e `VariedadeMercadorias` (contagem distinta de `CDMercadoria`). Os resultados agregados de todos os lotes foram então combinados e somados novamente para consolidar os totais por atracação, gerando um novo arquivo leve, `carga_agregada.parquet`;
- b) **Unificação dos Dados:** os arquivos `atracacao`, `tempos_atracacao`, `tempos_atracacao_paralisacao` e o novo `carga_agregada` foram unificados em um único `DataFrame` analítico através de junções (`merge`) pela chave `IDAtracacao`;
- c) **Engenharia de Features e Filtragem:** foi criada a variável binária `OcorreuParalisacao` para cada atracação. Crucialmente, para assegurar um *benchmarking* justo focado na principal atividade portuária, a base de dados foi metodologicamente filtrada para incluir apenas as operações classificadas como 'Movimentação da Carga';

- d) Seleção da Amostra Final: a partir deste universo, foram selecionados para a análise final os 35 complexos portuários com um registro superior a 1.000 operações de carga no período, garantindo a robustez estatística dos indicadores. Após a filtragem, obteve-se um universo de 687.280 operações qualificadas.

### 3.2 Construção dos Indicadores de Desempenho (KPIs)

Para criar uma visão multidimensional da performance, a base de dados foi agregada por Complexo Portuário, e cinco Indicadores de Desempenho (KPIs) foram calculados para cada um:

- Agilidade: mensurada pela média do Tempo de Espera para Atracação (TEsperaAtracao\_Medio), em segundos. Um valor menor indica maior agilidade;
- Velocidade: mensurada pela média do Tempo de Operação (TOperacao\_Medio), em segundos. Um valor menor indica maior velocidade;
- Produtividade: calculada como o total de toneladas movimentadas por hora de operação (Produtividade\_TonPorHora), através da fórmula  $(\text{Soma}(\text{VLPesoCargaBruta}) / 1000) / (\text{Soma}(\text{TOperacao}) / 3600)$ . Um valor maior indica maior produtividade;
- Risco (ou Confiabilidade): mensurado pela taxa média de operações que sofreram alguma paralisação (Risco\_Taxa\_Paralisacao). Um valor menor indica maior confiabilidade;
- Escala: mensurada pelo volume total de carga movimentada no período (Escala\_Volume\_Total), em toneladas. Um valor maior indica maior escala.

### 3.3 Construção do Índice de Desempenho Portuário (IDP)

Com o objetivo de sintetizar os cinco KPIs em um único score, foi empregada a Análise de Componentes Principais (PCA).

- Transformação das Métricas: os KPIs onde "menor são melhor" (Agilidade, Velocidade e Risco) foram matematicamente transformados para que, em todas as dimensões, um valor maior representasse uma melhor performance. Para Agilidade e Velocidade, utilizou-se a inversão  $(1 / \text{KPI})$ , uma transformação comum que converte métricas de 'tempo' em métricas de 'taxa' ou 'eficiência', onde valores maiores consistentemente representam melhor performance. Para Risco, utilizou-se o complemento  $(1 - \text{KPI})$ ;
- Padronização: em seguida, os cinco KPIs transformados foram padronizados utilizando a técnica StandardScaler (Z-score), que os coloca em uma mesma escala com média 0 e desvio padrão 1. Esta etapa é crucial para garantir que nenhuma variável domine a análise por sua magnitude original;
- Aplicação do PCA: a PCA foi aplicada sobre a matriz de dados padronizados. O primeiro componente principal (PC1), que por definição captura a maior

porcentagem da variabilidade total dos dados, foi selecionado como o Índice de Desempenho Portuário (IDP). Os pesos (*loadings*) de cada KPI na composição do PC1 foram então analisados para interpretar a "fórmula" da alta performance que o índice representa.

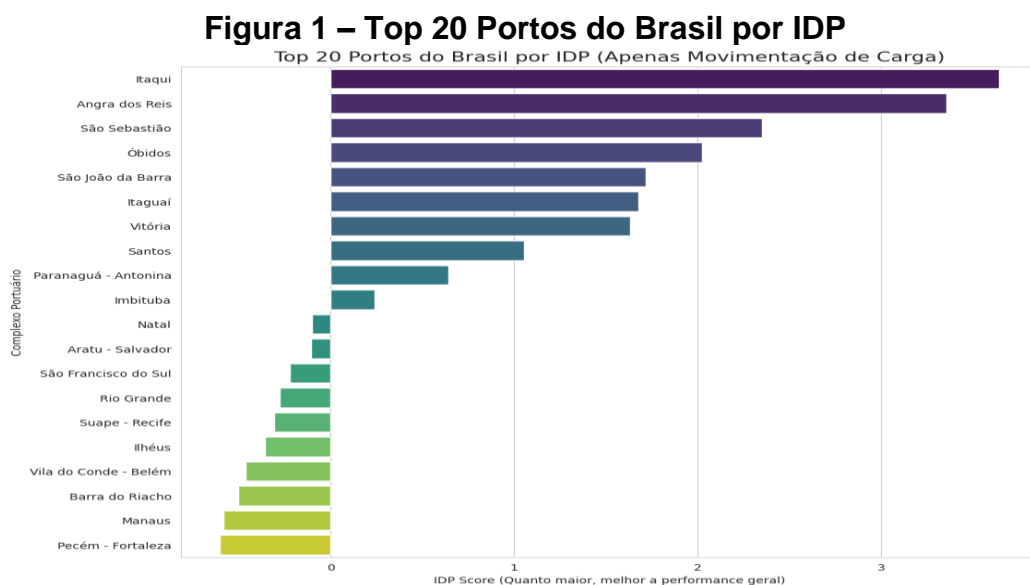
Para avaliar a evolução do desempenho ao longo do tempo (apresentada na Seção 4.4), o IDP foi calculado de forma independente para cada ano da série histórica (2014-2024). Este processo envolveu a repetição da etapa de padronização dos KPIs (Z-score) utilizando a média e o desvio padrão específicos de cada ano. A normalização anual garante que o IDP Score de um porto em um determinado ano reflita sua performance relativa ao ecossistema portuário daquele mesmo ano, permitindo uma comparação justa das trajetórias de competitividade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentam-se os resultados da pesquisa, de forma objetiva e precisa, seguidos das discussões do alcance do trabalho em relação à literatura existente e aos objetivos da pesquisa. A análise foi conduzida sobre um universo de 687.280 operações de atracação qualificadas, que foram agregadas para construir o perfil de 35 complexos portuários brasileiros.

### 4.1 O Novo Ranking da Performance Portuária: O Índice IDP

A aplicação da metodologia proposta culminou na criação do Índice de Desempenho Portuário (IDP), um score multidimensional que sintetiza a performance dos 35 principais complexos portuários do Brasil. A Figura 1 apresenta o ranking final, focado exclusivamente em operações de movimentação de carga no período de 2014 a 2024.



Fonte: elaborado pelos autores

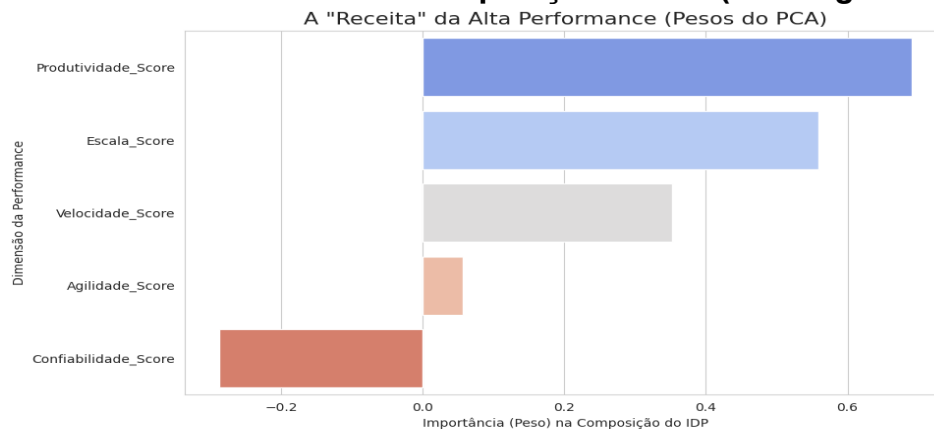
O ranking revela uma nova e surpreendente hierarquia de desempenho, que desafia a visão tradicional baseada em volume. O complexo portuário de Itaquí emerge como o líder de performance com um IDP Score de 3.64, seguido de perto por Angra dos Reis (3.35) e São Sebastião (2.35). A análise demonstra que a excelência operacional é proeminente em terminais com vocações claras, como os líderes do ranking, conhecidos por sua especialização em granéis (líquidos e sólidos).

O IDP também revela portos com scores negativos, indicando uma performance geral abaixo da média do sistema, mesmo após o ajuste por múltiplos fatores. Portos como Pecém - Fortaleza (-0.61) e Manaus (-0.58) figuram na parte inferior do ranking, sugerindo que, apesar de sua importância estratégica regional, enfrentam desafios em uma ou mais dimensões da eficiência quando comparados aos líderes nacionais. O índice, portanto, captura um equilíbrio complexo entre as diferentes facetas da operação, posicionando cada porto em um espectro de performance multidimensional.

#### 4.2 A "Receita" da Alta Performance: Decompondo o IDP

Para entender o que o IDP valoriza, foram analisados os pesos (*loadings*) de cada um dos cinco KPIs na composição do primeiro componente principal, que constitui o índice. A Figura 2 ilustra a importância de cada dimensão.

**Figura 2 – Pesos dos KPIs na Composição do IDP (*Loadings* do PCA)**



Fonte: elaborado pelos autores

A análise dos pesos revela que a performance de elite no Brasil é primariamente definida pela Produtividade (Produtividade\_Score) e pela Escala (Escala\_Score), que apresentaram os maiores pesos positivos (0.68 e 0.59, respectivamente). Isso indica que o sistema portuário nacional é fortemente orientado para a movimentação de grandes volumes de carga de forma eficiente.

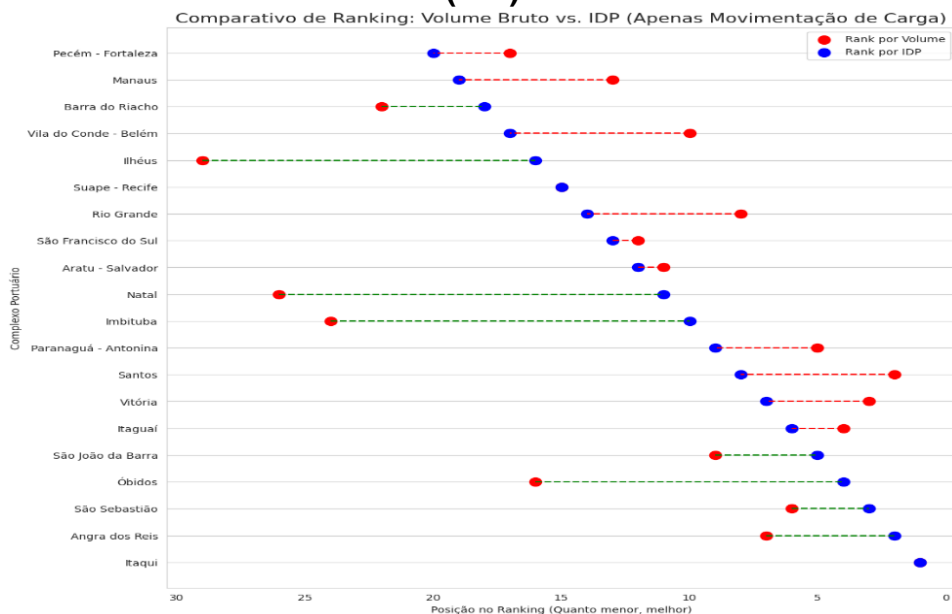
Um achado contraintuitivo e revelador, no entanto, é o peso negativo significativo da Confiabilidade (Confiabilidade\_Score), com -0.40. Este resultado não sugere que a confiabilidade seja indesejável, mas aponta para um trade-off sistêmico: os portos que maximizam a produtividade e o volume operam em um regime de alta intensidade que, como efeito colateral, pode aumentar a incidência de paralisações.

Em contrapartida, a Agilidade (Agilidade\_Score), medida pelo tempo de espera, apresentou um peso quase nulo, sugerindo que, na estrutura geral de variação da performance, isso pode sugerir que os tempos de espera, embora cruciais, já atingiram um nível de otimização relativamente homogêneo entre os principais players, ou que sua variabilidade é ofuscada pelas enormes diferenças de Produtividade e Escala, que se tornam os verdadeiros divisores de águas na performance sistêmica.

### 4.3 Volume vs. Eficiência

O principal insight deste estudo emerge da comparação entre o ranking gerado pelo IDP e o ranking tradicional baseado puramente em volume de carga. A Figura 3 ilustra as divergências, confirmando a hipótese central de que volume e eficiência não são sinônimos.

**Figura 3 – Comparativo de Ranking: Volume Bruto vs. Índice de Desempenho (IDP)**



A análise comparativa revela duas narrativas principais:

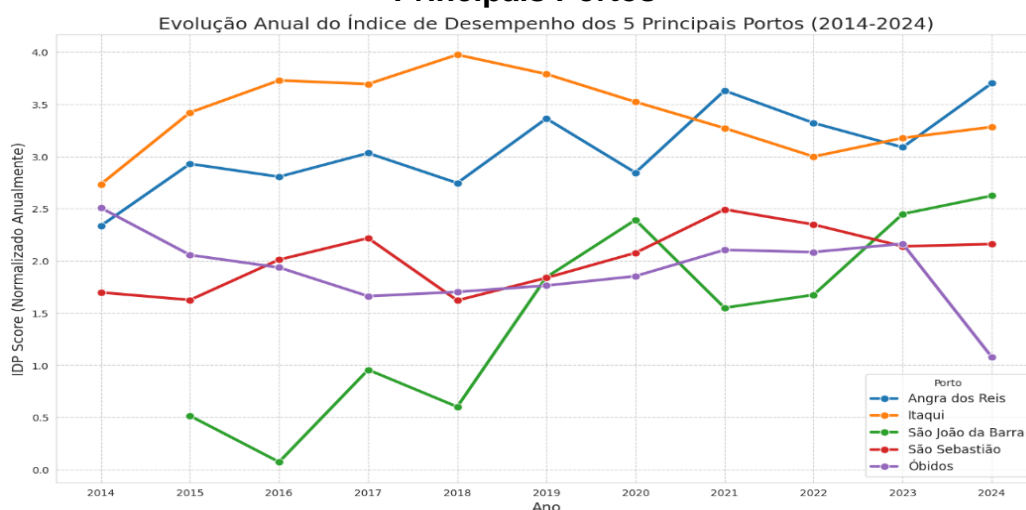
- "Campeões Ocultos": portos como Ilhéus, Natal e Imbituba demonstram os maiores saltos positivos. Ilhéus, por exemplo, sobe de 29º em volume para 18º no IDP, e Natal salta de 26º para 11º. Estes portos, embora em menor escala, apresentam uma performance operacional desproporcionalmente alta, sendo exemplos de eficiência que ficam invisíveis em análises tradicionais;
- "Gigantes com Desafios": em contrapartida, os maiores hubs de volume, como Santos e Rio Grande, caem 5 e 6 posições, respectivamente. Sua importância estratégica em volume é inquestionável, mas sua performance geral é

penalizada por ineficiências relativas em agilidade e confiabilidade quando comparados a portos mais ágeis.

#### 4.4 A Dinâmica Competitiva: Evolução do Desempenho ao Longo do Tempo

Para aprofundar a compreensão da dinâmica competitiva, o IDP foi calculado para cada ano da série histórica, permitindo a análise da trajetória de desempenho dos principais portos ranqueados.

**Figura 4 – Evolução Anual do Índice de Desempenho Portuário (IDP) dos 5 Principais Portos**



Fonte: elaborado pelos autores

A Figura 4 ilustra a evolução do IDP Score (normalizado anualmente) para os cinco portos com a melhor performance geral. A análise revela tendências distintas entre os competidores. O Complexo Portuário de Itaqui demonstra uma notável consistência, partindo de uma posição forte em 2014 e consolidando-se como o líder de performance na maior parte do período, o que valida sua posição de número 1 no ranking geral.

Em contraste, portos como Angra dos Reis e São Sebastião apresentam uma performance forte, porém com maior volatilidade anual. É particularmente notável a trajetória de Angra dos Reis, que, após um período de queda, exibe uma forte recuperação e chega a superar a performance de Itaqui no último ano da análise (2024), posicionando-se como um desafiante dinâmico. Adicionalmente, a ascensão mais recente de São João da Barra a partir de 2017 ilustra como novos players podem rapidamente se tornar relevantes no cenário de alta performance. Esta análise temporal demonstra que a eficiência portuária no Brasil não é um quadro estático, mas sim um ambiente competitivo em constante evolução.

O Porto de São João da Barra iniciou suas operações de movimentação de carga no final de 2014, registrando um número de operações (N=4) insuficiente para o cálculo de um Índice de Desempenho Portuário estatisticamente robusto para aquele ano. Sua análise na série temporal, portanto, inicia-se em 2015.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados confirmaram a hipótese central do trabalho: a performance, quando analisada de forma multidimensional, revela uma nova hierarquia de eficiência que difere significativamente do ranking tradicional de volume. A análise revelou a existência de "campeões ocultos", portos de menor escala que demonstram uma eficiência operacional superior, e "gigantes com desafios", grandes hubs de volume cuja performance geral é impactada por gargalos em dimensões como agilidade ou confiabilidade. Adicionalmente, a decomposição do índice revelou que a performance de elite no sistema brasileiro está primariamente associada à Produtividade e à Escala, indicando um trade-off estratégico com a Confiabilidade operacional.

As contribuições deste trabalho são tanto metodológicas quanto práticas. Metodologicamente, demonstra-se a robustez do PCA como ferramenta para a criação de índices compostos em análises logísticas complexas. Na prática, o IDP se apresenta como uma ferramenta de *benchmarking* mais inteligente e equitativa para gestores portuários e para a ANTAQ, permitindo a identificação de boas práticas nos portos mais eficientes e o diagnóstico de gargalos estratégicos naqueles com desempenho inferior ao esperado para sua escala.

Apesar da robustez, o estudo apresenta limitações. A análise se baseia em dados operacionais e não incorpora variáveis de natureza financeira, como custos tarifários, ou de infraestrutura detalhada, como o número de equipamentos por terminal. Além disso, fatores externos não registrados, como condições climáticas extremas não catalogadas como paralisação ou greves localizadas, representam um ruído inerente que limita o poder explicativo de qualquer modelo.

Para trabalhos futuros, sugere-se a expansão do IDP com a inclusão de novas dimensões, como a eficiência ambiental (baseada no Índice de Desempenho Ambiental da ANTAQ) e a conectividade terrestre, para criar uma visão ainda mais completa da performance. Adicionalmente, a aplicação de modelos de Machine Learning Preditivo, como o XGBoost, poderia ser explorada para não apenas prever a evolução do IDP, mas também para identificar quais variáveis operacionais (por exemplo, tempo de espera, tipo de carga, janela de atracação) têm o maior impacto preditivo na performance de diferentes portos, transformando o índice de uma ferramenta de diagnóstico em uma de prognóstico e planejamento estratégico.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Fábio. **Desmistificando o Conceito de ETL**. Revista de Sistemas de Informação, 2008. Disponível em: [https://www.fsma.edu.br/si/Artigos/V2\\_Artigo1.pdf](https://www.fsma.edu.br/si/Artigos/V2_Artigo1.pdf). Acesso em: 28 jun. 2025.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Setor aquaviário movimenta mais de 1,3 bi de toneladas em 2023 e registra recorde histórico**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2024/setor-aquaviario-movimenta-mais-de-1-3-bi-de-toneladas-em-2023-e-registra-recorde-historico>. Acesso em: 21 jun. 2025.



ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Estatístico Aquaviário**. 2025. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/download.html#pt>. Acesso em: 20 jun. 2025.

Bain & Company. **Brasil gasta mais de US\$ 2 bilhões ao ano com ineficiências portuárias no transporte marítimo de carga, revela Bain**. 2023. Disponível em: [https://www.bain.com/pt-br/about/media-center/press-releases/south-america/2023/brasil-gasta-mais-de-us\\$-2-bilhoes-ao-ano-com-ineficiencias-portuarias-no-transporte-maritimo-de-carga-revela-bain/](https://www.bain.com/pt-br/about/media-center/press-releases/south-america/2023/brasil-gasta-mais-de-us$-2-bilhoes-ao-ano-com-ineficiencias-portuarias-no-transporte-maritimo-de-carga-revela-bain/). Acesso em: 21 jun. 2025.

DE OLIVEIRA, Hudson Rodrigues Saldanha; DE ASSIS, Lucas Braga; BRAGA, Eduardo Queiroz. **Análise Estatística No Reconhecimento Automático De Faces Utilizando Pca Eigenfaces**. *e-xacta*, v. 5, n. 2, 2012. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/843>. Acesso em: 22 jun. 2025.

DE PAULA, Abdon; FONSECA, Osvaldo. **Uma Análise Crítica Das Metodologias De Construção De Índices: Limitações E Propostas De Melhoria**. 2025. Disponível em: <https://revistaft.com.br/uma-analise-critica-das-metodologias-de-construcao-de-indices-limitacoes-e-propostas-de-melhoria/>. Acesso em: 28 jun. 2025.

DOMINGOS, Pedro. **A Few Useful Things to Know about Machine Learning**. *Communications of the ACM*, v. 55, n. 10, p. 78–87, 2012. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2347736.2347755>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SOUZA, F.; FERNANDES, R. **Riscos operacionais em portos brasileiros: diagnóstico e mitigação**. *Revista de Logística e Transportes*, v. 18, n. 2, p. 45–60, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/35J7TmxfgJTYN93wd6JCnfb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2025.