



**CIÊNCIAS
EMPRESARIAIS**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

DJARA ELEANE
MONTEIRO
SILVA

**PLANEAMENTO DA ATRACAGEM
DOS NAVIOS NOS PORTOS DA
PRAIA E DO MINDELO**

ORIENTADORES

Professor Doutor Tiago Pinho

Professora Doutora Ana de Jesus Mendes

Relatório Projeto do Mestrado em Logística e

Gestão da Cadeia de Abastecimento

Outubro 2025



**CIÊNCIAS
EMPRESARIAIS**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

DJARA ELEANE
MONTEIRO
SILVA

**PLANEAMENTO DA ATRACAGEM
DOS NAVIOS NOS PORTOS DA
PRAIA E DO MINDELO**

JÚRI

Presidente:

Vogal Arguente Principal:

Orientador: Professor Tiago Pinho

Agradecimentos

A Deus, pela luz que me guiou nos momentos de dúvida, pela força nos dias difíceis e pela serenidade que me permitiu concluir esta etapa com fé e gratidão.

À minha família e aos meus amigos, pelo apoio constante ao longo desta jornada, especialmente à minha mãe, que acreditou em mim mesmo quando duvidava que fosse possível.

À turma do Mestrado em Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento, pela partilha de experiência que tornou este percurso único. Em especial, aos colegas de grupo Cláudia Luz, Rui Dias e Carlos Martins, pelo suporte e pelos valiosos ensinamentos ao longo dos trabalhos desenvolvidos.

À Enapor – Empresa Nacional de Administração dos Portos, pela disponibilidade e contributo essencial na recolha de dados e realização das entrevistas, que enriqueceram significativamente este estudo.

A todos os docentes com quem tive o privilégio de aprender, pela dedicação e pelos conhecimentos transmitidos – em especial aos meus orientadores, Professor Tiago Pinho e Professora Ana Mendes, pelo apoio incondicional nesta fase final.

Índice Geral

Agradecimentos.....	iii
Índice Geral	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	vii
Resumo	ix
Abstract	x
Siglas e Acrónimos	xi
Glossário	xii
Introdução	1
1. Revisão da Literatura.....	3
1.1 Modelos de Gestão Portuária e Concessão de Portos.....	3
1.2 Comércio Internacional e Movimentação Global de Contentores.....	4
1.3 Terminais de Contentores	7
1.3.1 Terminal de transbordo ou <i>Transshipment</i>	8
1.3.2 Terminal de Importação/Exportação	9
1.4 Planeamento de Atracagem Inteligente	11
1.4.1 Principais Intervenientes.....	14
1.4.2 Tecnologia atual existente no mercado	15
1.5 Problema de alocação de ponto de atracagem.....	18
1.6 Ferramentas de Suporte à Decisão.....	20
1.7 International Maritime Organization	23
1.8 <i>Digital Container Shipping Association - DCSA</i>	24
1.8.1 <i>Port Call e Just-In-Time Arrival</i>	24
1.8.2 <i>Just in Time Port Call</i>	26
2. Objetivos e Metodologia	29
3. Caso de Estudo: Porto de Mindelo e da Praia.....	33
3.1 Características do setor portuário nacional.....	33
3.2 Perfil estrutural e operacional do Porto Grande	34
3.3 Perfil estrutural e operacional do Porto da Praia.....	37
3.4 Caracterização da operação atual	39
3.4.1 Identificação dos intervenientes.....	39
3.4.2 Plataforma JUP- Janela Única Portuária	40
3.4.3 Planeamento de atracagem.....	42
3.4.4 Sequência temporal das operações.....	43
3.5 Estrutura do Planeamento do Gestor de Operações	44

3.6	Contratação de Serviços para atracagem de navios.....	45
3.7	Variáveis de planeamento de atracagem.....	46
3.7.1	Características do navio e compatibilidade com o Porto.....	46
3.7.2	Gestão do Tempo e Prioridades	46
3.7.3	Sustentabilidade, Eficiência Energética e Políticas Portuárias.....	47
3.7.4	Fator Meteorológico.....	47
3.7.5	Ocupação do Parque.....	47
3.7.6	Portos com funcionamento em Rede.....	48
3.8	Análise e discussão dos resultados.....	49
	Conclusão e Trabalho Futuro	51
	Limitações da análise.....	51
	Desenvolvimentos futuros	52
	Referências Bibliográficas	53
	<i>Anexo I</i> - Sistema de alocação das 5 políticas DSS de Ursavas.....	58
	<i>Anexo II</i> – Guião de Entrevista.....	59

Índice de Figuras

Figura 1- Densidade de tráfego marítimo	5
Figura 2 - Fluxo de carga contentorizada nas maiores rotas comerciais 2022- 2024 ..	6
Figura 3- Esquema dos fluxos de transportes e áreas de operação de um terminal. ..	7
Figura 4-Cabo verde como futuro hub logístico	8
Figura 5 - Níveis de incidência de movimento de transbordo	9
Figura 6 - Exportações e Importação, 2020 a 2023	10
Figura 7- Evolução da função do porto.....	12
Figura 8-Arquitetura do Porto Inteligente.....	12
Figura 9 - Intervenientes no processo de planeamento de atracagem inteligente ..	14
Figura 10 - Funcionalidades da Portchain	16
Figura 11- Ambiente de trabalho da plataforma Awake.AI.....	17
Figura 12 - Exemplo do Problema de Alocação do Cais.....	18
Figura 13- Representação BAPD, BAPC e BAPH	19
Figura 14- Processo de decisão do planeamento de atracagem	21
Figura 15-Tempos de espera nas diferentes políticas de alocação	22
Figura 16 - Painel de incidentes da plataforma EVERSTREAM	23
Figura 17- Comparação da operação atual com a operação Just in Time	25
Figura 18-Esquema do programa JIT Port Call e objetivos DSCA.....	27
Figura 19-Fases do estudo de caso	30
Figura 20- Metodologia do estudo de caso.....	31
Figura 21 - Localização estratégica de Cabo Verde	33
Figura 22-Layout do Porto Grande	34
Figura 23- Layout do Porto da Praia.....	37
Figura 24 - Esquema de funcionamento da JUP	41
Figura 25- Menu principal da escala de navios – JUP	42
Figura 26 - Parque de Contentores do Porto Grande	48

Índice de Tabelas

Tabela 1-Importações de Mercadorias por Categoria de Bens (2º Trimestre 2023)	10
Tabela 2- Plataformas Estratégicas para Planeamento Inteligente da Atracagem..	17
Tabela 3-Variáveis de cálculo para resolução do BAP	20
Tabela 4-Vantagens e desvantagens da implementação do conceito Just in Time	26
Tabela 5-Estimativa de poupança com implementação JIT Port Call	28
Tabela 6 - Fontes de evidência para estudo de caso	30
Tabela 7- Movimentação de Mercadoria do Porto Grande, ano 2023-2024.....	35
Tabela 8- Movimentação de Contentores do Porto Grande, ano 2023-2024	36
Tabela 9- Características Técnicas do Porto Grande	36
Tabela 10-Características Técnicas do Porto da Praia.....	38
Tabela 11- Movimentação de Mercadoria do Porto da Praia, ano 2023-2024	38
Tabela 12 - Movimentação de Contentores do Porto da Praia, ano 2023-2024.....	39

“O mar não é um obstáculo: é um caminho.”

Amyr Klink

Resumo

O presente estudo analisa o processo de planeamento de atracagem de navios nos portos de Praia e do Mindelo com o objetivo de identificar as principais variáveis que influenciam a eficiência operacional e a tomada de decisão nos terminais portuários. A problemática centra-se na necessidade de otimizar o processo de alocação de cais e de reduzir os tempos de espera por meio de soluções digitais.

A pesquisa adota a metodologia de estudo de caso, apoiada na recolha de dados através de entrevistas com gestores e técnicos da Enapor, complementadas por análise documental e revisão da literatura especializada. As principais fontes de informação incluíram relatórios da autoridade portuária, dados de sites oficiais e estudos científicos sobre o problema da alocação do cais, a otimização da escala portuária e a chegada *Just in Time*.

Os resultados indicam que os portos da Praia do Mindelo enfrentam constrangimentos relacionados com limitações infraestruturais, condições meteorológicas e integração tecnológica insuficiente. Contudo, identifica-se um elevado potencial de melhoria através da modernização de equipamentos e da adoção de ferramentas inteligentes de apoio à decisão como os *Decision Support System* (DSS) e *Terminal Operation Systems* (TOS), que poderão reforçar a sustentabilidade e a competitividade do sistema portuário nacional.

Palavras-Chave: Problema de Alocação do Cais; Escala Portuária; Atracagem.

Abstract

This study analyzes the berth planning process for ships at Port of Praia and Mindelo, aiming to identify the variables that influence operational efficiency and decision-making in Cape Verde's port terminals. The core issue lies in the need to optimize berth allocation and reduce waiting times through the integration of digital solutions.

The research follows a qualitative approach based on a case study, with data collected through interviews with managers and technical staff, complemented by document analyses and an extensive literature review. The main sources of information included reports from the port authority, official websites data and scientific studies on the Berth Allocation Problem (BAP), Port Call Optimization and Just in Time Arrival.

The results show that the Ports of Praia and Mindelo face constraints related to infrastructural limitations, weather conditions, and insufficient technology integration. However, there is strong potential for improvement through the modernization of equipment and the adoption of intelligent decision support tools, such as Decision Support Systems (DSS) and Terminal Operating Systems (TOS), which can enhance the sustainability and competitiveness of the national port system.

Keywords: Berth Allocation Problem, Port Call, Berth Planning.

Siglas e Acrónimos

APS – Autoridade Portuária de Sines

BAP – *Berth Allocation Problem*

BCV - Banco de Cabo Verde

CII - *Carbon Intensity Indicator*

CMA CGM - *Compagnie Maritime d’Affètement- - Compagnie Générale Maritime*

DCSA – *Digital Container Shipping Association*

DSS – *Decision Support System*

ENAPOR - Empresa Nacional de Administração dos Portos de Cabo Verde

ETA – *Estimated Time of Arrival*

FCFS – *First Come First Served*

GIA - *Global Industry Alliance*

GMDSS - *Global Maritime Distress and Safety System*

IMO – *International Maritime Organization*

ISM- *International Safety Management Code*

ISPS - *International Ship and Port Facility Security Code*

JIT – *Just inTime*

JUL – Janela Única Logística

JUP – Janela Única Portuária

MSC - *Mediterranean Shipping Company*

SOLAS - *Safety of Life at Sea Convention*

TEU – *Twenty-foot Equivalent unit*

TOS - *Terminal Operating System*

UNCTAD - *United Nations Conference on Trade and Development*

VTS - *Vessel Traffic Services*

IOT - *Internet of Things*

RFID - *Radio-Frequency Identification*

SPI - *Smart Port Index*

Glossário

Berth - Local específico no cais onde o navio atraca.

Berth Allocation Problem (BAP) - Problema de planeamento que procura a melhor forma de distribuir os pontos de atracagem entre os navios, considerando restrições e variáveis operacionais.

Bunkering - Abastecimento de combustível utilizado por navios.

Cabotagem - Transporte marítimo realizado entre portos do mesmo país.

Decision Support System (DSS) - Sistema que auxilia na tomada de decisões com base em dados e modelos matemáticos.

ETA (Estimated Time of Arrival) - Hora prevista para chegada do navio ao porto.

Feeders - Navios menores que transportam contentores entre portos regionais e centrais.

First Come, First Served (FCFS) - Regra que prioriza o atendimento dos navios pela ordem de chegada.

Fully Private Port - Modelo em que toda a infraestrutura e operação do porto são geridas exclusivamente por empresas privadas, com intervenção estatal mínima.

Gateway Port - Porto cujo foco é a importação e exportação, com reduzida atividade de transbordo.

Hinterland - Área terrestre ligada ao porto por rodovias ou ferrovias.

Hub and Spoke - Modelo logístico em que um porto central redistribui as cargas para portos menores.

Indicador de Intensidade de Carbono (CII)- Métrica que avalia as emissões de carbono por unidade de carga transportada.

Janela Única Logística (JUL)- Sistema digital que integra os processos logísticos e portuários.

Janela Única Portuária (JUP)- Plataforma digital que centraliza informações e operações portuárias.

Just in Time (JIT)- Conceito que propõe a chegada do navio no momento exato da operação.

Just in Time Arrival - Chegada sincronizada do navio com a disponibilidade do cais.

Land Side - Área do terminal destinada às operações terrestres.

Landlord Port - Modelo em que o Estado mantém a infraestrutura e concede a operação a empresas privadas.

Modelo Corporativo - Modelo híbrido em que o porto é gerido por uma empresa estatal com autonomia administrativa e financeira, combinando eficiência privada com responsabilidade pública.

Navio-mãe - Navio de grande porte que realiza viagens internacionais.

Pilot Boarding Place - Local onde o piloto embarca para conduzir o navio até o cais.

Piloto de barra - Profissional responsável pela manobra de atracagem do navio.

Port Call - Processo de escala de um navio num porto, incluindo o planejamento da atracagem, operações a bordo, os trâmites legais e a saída.

Service Port - Modelo em que o Estado tem total controle sobre o porto, sendo responsável por todas as operações e equipamentos.

Smart Port - Porto que utiliza tecnologias digitais para melhorar a eficiência e sustentabilidade.

Quay Side - Área do terminal onde ocorrem as operações de carga e descarga.

TEU - Unidade padrão de medida para contentores marítimos. Equivalente a um contentor de 20', um contentor de 40' equivale a 2 TEU.

Transshipment - Transferência de carga entre navios no mesmo porto.

Tool Port - Modelo em que infraestrutura e os equipamentos são disponibilizados pelo Estado, enquanto as operações são realizadas por empresas privadas.

Introdução

A globalização tornou-se um pilar essencial para o desenvolvimento do comércio internacional e, conseqüentemente, impulsionou a expansão do setor marítimo, ao facilitar a ligação entre países e o fluxo de bens, serviços e capitais. O transporte marítimo, que representa cerca de 80% do comércio internacional (United Nation Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2023) desempenha um papel determinante na integração das economias dos países e na consolidação das cadeias logísticas internacionais. No entanto, o aumento da complexidade dessas cadeias tornou-as fortemente dependentes do transporte marítimo na movimentação de grandes volumes de mercadorias ao longo de rotas internacionais (Rodrigue, 2024).

A pandemia da Covid-19 revelou, contudo, vulnerabilidades significativas no setor, originando atrasos nas operações portuárias, congestionamentos e ruturas nas cadeias de abastecimento, o que comprometeu a fluidez e a disponibilidade das mercadorias (Mańkowska *et al.*, 2023). Estes acontecimentos evidenciaram a necessidade urgente de reestruturar os processos e adotar práticas mais eficientes e resilientes. Paralelamente, tem-se intensificado a pressão para equilibrar a eficiência operacional com a sustentabilidade, exigindo soluções que reduzam simultaneamente os custos e minimizem os impactos ambientais (Pereira *et al.*, 2025).

Este desafio torna-se particularmente complexo em portos situados em áreas urbanas, onde as limitações físicas restringem a expansão da infraestrutura. Assim, a modernização da gestão e das operações logísticas assume-se como relevante para garantir o aumento da produtividade, a redução de custos, a diminuição da emissão de gases poluentes e a otimização de recursos. Sendo esta gestão baseada na perceção humana (Filom *et al.*, 2022), torna-se naturalmente propensa a erros, pelo que é fundamental que a tomada de decisão se apoie em dados reais, permitindo decisões estratégicas e mais eficientes.

A configuração geográfica de Cabo Verde, composta por várias ilhas, atribui aos portos um papel estratégico na dinâmica económica e social do país, assegurando o transporte de bens, pessoas e serviços. No entanto, os portos nacionais enfrentam desafios estruturais e operacionais. Neste contexto, o planeamento da atracagem surge como uma ferramenta essencial para garantir a gestão dos portos e a otimização dos recursos disponíveis. Trata-se de um processo interdependente que envolve diversos intervenientes - armadores, gestores portuários, autoridades marítimas, clientes finais – todos com responsabilidades específicas na promoção de operações seguras, eficientes e sustentáveis.

Perante este cenário, o presente estudo parte da seguinte questão de investigação: Como melhorar o planeamento da atracagem nos Portos do Mindelo e da Praia, de forma a aumentar a eficiência nas operações e reduzir os tempos de espera? Esta questão orienta o

trabalho, permitindo identificar lacunas nos processos atuais, compreender os desafios específicos do contexto cabo-verdiano e propor soluções práticas e eficientes.

O objetivo geral do estudo consiste em analisar o processo de planeamento da atracagem nesses portos e identificar os fatores que o influenciam. Para alcançar este objetivo, pretende-se mapear as práticas atuais nos portos do Mindelo e da Praia bem como os principais desafios operacionais, identificar ferramentas e soluções existentes no mercado, incluindo novas tecnologias e sistemas de apoio à decisão, e apresentar recomendações adaptadas à realidade cabo-verdiana, tendo em conta as variáveis chaves que influenciam o desempenho da atracagem. Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, que utiliza o método de estudo de caso suportado por uma revisão da literatura, na análise documental e em entrevistas semiestruturadas.

O trabalho, após este capítulo introdutório, encontra-se estruturado em 3 capítulos principais, organizados de forma sequencial para assegurar uma apresentação lógica e coerente dos conteúdos.

- Revisão da Literatura que se apresenta os fundamentos teóricos sobre gestão portuária, planeamento de atracagem e tecnologias aplicadas;
- Objetivos e metodologia em que se definem os objetivos do estudo e se descrevem os métodos e as ferramentas utilizadas para recolha e análise dos dados;
- Estudo de caso e Análise de Resultados – caracteriza os portos do Mindelo e da Praia, analisa o modelo atual de planeamento e apresenta recomendações estratégicas para otimizar o processo de atracagem.

Por fim, a Conclusão sintetiza os principais resultados alcançados em resposta à questão de investigação, apresenta as limitações do estudo e as propostas de trabalhos futuros.

1. Revisão da Literatura

Neste capítulo, serão apresentados os fundamentos do planeamento da atracagem portuária, destacando os modelos de gestão portuária, as tipologias de terminais de contentores, com especial foco nos Terminais de Transbordo e Importação/Exportação. Além disso, será explorado o conceito de planeamento inteligente da atracagem, identificando os principais intervenientes e as tecnologias emergentes aplicadas à otimização das operações portuárias.

Adicionalmente, serão identificadas as variáveis que influenciam o planeamento da atracagem, bem como as ferramentas de apoio à decisão, as recomendações da Organização Marítima Internacional (IMO) as normas definidas pela associação *Digital Container Shipping Association* (DCSA) incluindo práticas como o *Just in Time Arrival* e *Just in Time Port Call*. A análise destes temas servirá de base para o desenvolvimento do presente estudo, permitindo abordar desafios e oportunidades na modernização das operações portuárias.

1.1 Modelos de Gestão Portuária e Concessão de Portos

A gestão portuária evoluiu ao longo do tempo para responder às exigências do comércio global e à necessidade de modernização e sustentabilidade. Atualmente, existem quatro modelos principais, classificados de acordo com o grau de intervenção pública e participação privada: o Porto de Serviço Público (*Public Service Port*), Porto Ferramenta (*Tool Port*), Porto Senhorio (*Landlord Port*) e o Porto Totalmente Privado (*Fully Private Port*). Existe ainda um modelo Corporativo, que combina características dos modelos *Landlord* e *Private* (Ismail *et al.*, 2024).

No Porto de Serviço Público, a autoridade portuária, geralmente sob controlo do Estado, é responsável por toda a infraestrutura, superestrutura e operações, incluindo a movimentação de cargas. Apesar de garantir maior controlo estatal e alinhamento com as políticas públicas, esse modelo tende a apresentar baixa eficiência operacional, forte dependência dos recursos públicos e limitações em inovação.

Por outro lado, o Porto Ferramenta mantém a propriedade pública da infraestrutura e dos equipamentos, como guindaste e sistemas de carga, enquanto as operações são realizadas por operadores privados. Este modelo, apesar de representar um avanço em relação ao modelo anterior, enfrenta desafios como a falta de incentivos à inovação, conflitos de interesse e baixa autonomia dos operadores.

Já o Porto Senhorio consolidou-se como o modelo predominante em portos de média

e grande dimensão¹, especialmente na Europa. Neste sistema, a autoridade portuária atua como proprietária da infraestrutura básica, enquanto empresas privadas gerem os terminais e a superestrutura. A exploração das instalações é formalizada através de contratos de concessão, pelos quais a autoridade portuária transfere ao operador privado o direito de explorar uma área ou serviço portuário por um prazo determinado, sob condições previamente estabelecidas. Essas concessões permitem atrair investimentos privados, reduzir a dependência de recursos públicos e estimular a inovação tecnológica, assegurando que, no fim do contrato, os bens retornam ao domínio público e que as obrigações de serviço público foram cumpridas (Ulisses, 2013).

O Porto Totalmente Privado representa a privatização completa da infraestrutura, da superestrutura e das operações. Apesar de proporcionar elevada flexibilidade, agilidade decisória e potencial de investimento, apresenta riscos como possibilidade de monopólio e menor controlo governamental bem como desempenho limitado em políticas ambiental e monitorização (Ismail *et al.*, 2024).

Como alternativa surge, o modelo corporativo como uma configuração intermédia, na qual a autoridade portuária é transformada numa empresa estatal com maior autonomia administrativa e financeira. Esta abordagem visa conciliar a eficiência do setor privado com a responsabilidade pública, promovendo a adoção de práticas sustentáveis, baseadas numa visão estratégica e no apoio institucional. Esta evolução na gestão portuária está diretamente ligada às transformações no comércio internacional, que serão abordadas de seguida.

1.2 Comércio Internacional e Movimentação Global de Contentores

A redução dos custos de transporte e a contentorização foram fatores decisivos para a expansão das cadeias globais (Rodrigue, 2024). Até o início do século XX, o comércio era limitado por restrições técnicas e altos custos. A introdução do navio a vapor permitiu economias de escala e rotas mais rápidas, enquanto a contentorização no século XX revolucionou o transporte marítimo, promovendo uma integração sem precedentes nas escalas de redes internacionais (Notteboom *et al.*, 2022).

Segundo Notteboom *et al.*, (2022), as redes marítimas globais reorganizaram-se em sistemas estratégicos, concentrando-se no tráfego de grandes portos e corredores logísticos de grande movimento. Entre os pontos críticos estão: o canal do Suez que liga Europa à Ásia

¹ Portos de média dimensão possuem capacidade intermédia em termos de movimentação de carga, dispõem de terminais multiusos e podem atuar como feeders regionais. Por sua vez, os portos de grande dimensão destacam-se por movimentar grandes volumes de mercadorias, possuírem terminais especializados e atendem navios de grande porte, funcionando como hubs internacionais com integração logística avançada (Notteboom *et al.*, 2022).

e cujo bloqueio causa repercussões globais; o Canal do Panamá, que liga Atlântico e Pacífico embora limitado pelo calado para navios maiores; Gibraltar, porta de entrada para o Mediterrâneo com tráfego intenso; Estreito de Hormuz, essencial para o transporte de petróleo e frequentemente afetado por tensões políticas; Estreito de Malaca, o corredor mais movimentado do mundo, vital ao comércio asiático e Bab-el-Madeb, que liga o Mar vermelho ao Golfo de Áden, vulnerável à pirataria. A figura 1, elaborada por Rodrigue (2024) ilustra essa concentração espacial e confirma a relevância desses pontos, apesar do autor destacar os riscos geoestratégicos derivados da concentração do tráfego marítimo em poucos locais bem como a interdependência entre as rotas marítimas e os corredores terrestres. A estratégia recomendada passa pela diversificação de rotas e pela integração tecnológica para aumentar a resiliência das cadeias logísticas globais.



Figura 1- Densidade de tráfego marítimo

Fonte:(Adaptado de Rodrigue, 2024)

Assim, a análise de movimentação de carga e de contentores depende não apenas de volumes transportados, mas também de fatores geopolíticos, tecnológicos e ambientais que moldam o comércio marítimo atual (Notteboom *et al.*, 2022).

Em 2022, a frota mundial de navios porta-contentores atingiu 293 milhões de toneladas de porte bruto (DWT), o que representa um crescimento expressivo face aos anos anteriores. O mercado global de contentores transportados foi avaliado em cerca de 8.650,4 milhões de dólares em 2023. No ano seguinte, o volume de carga transportada por estes navios ultrapassou 1,95 mil milhões de toneladas. As projeções indicam que o mercado poderá alcançar os 12.645,5 milhões de dólares até 2031, com uma taxa de crescimento composta

de 5,05% entre 2024 e 2031 (Majidi,2025).

O maior operador mundial de porta-contentores é a Mediterranean Shipping Company (MSC), com capacidade superior a 5 milhões de TEUS, seguido por Maersk, CMA CGM, COSCO e Hapag-Lloyd (UNCTAD, 2023).

A Ásia concentra a maior parte da movimentação mundial de contentores, com nove dos dez portos mais movimentados do mundo. O porto de Xangai lidera o *ranking*, com mais de 51 milhões de TEU² movimentados em 2024, seguido de Singapura e Hong Kong. Na Europa, destacam-se os portos de Roterdão (13 milhões TEUS), Antuérpia-Burgues (8,3 milhões), Hamburgo (8 milhões), beneficiando da elevada automação e integração com redes ferroviárias (Majidi,2025).

Em África, o setor tem registado avanços significativos, embora ainda enfrente desafios estruturais. Os principais portos são Tanger Med (Marrocos) com 8,36 milhões de TEUS seguido de Port Said (Egito) com 5,1 milhões e Durban (África do Sul) com capacidade entre 2,9 e 4 milhões de TEU. Todavia, nos últimos anos, a rota Europa-Ásia-Europa e Transatlântica registam ligeiras quedas face a Trans – Pacífica (Figura 2), que mantém os maiores valores de carga contentorizada (Majidi,2025).

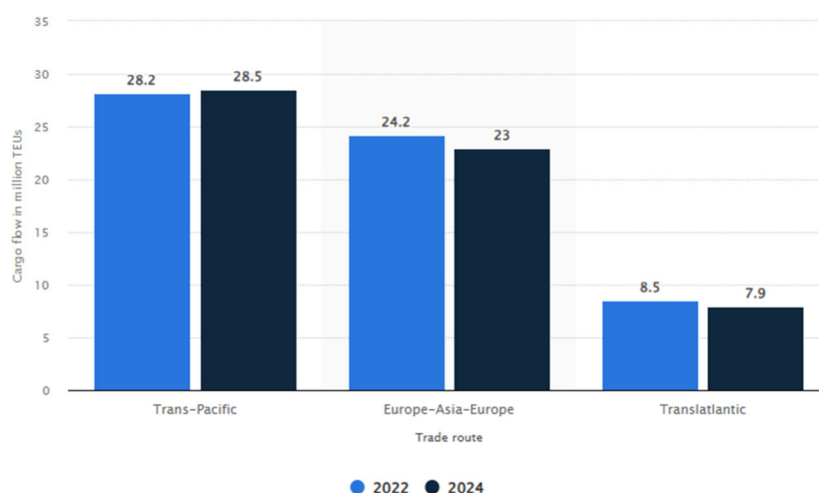


Figura 2 - Fluxo de carga contentorizada nas maiores rotas comerciais 2022- 2024

Fonte: (MDS Transmodal, 2024)

A análise das rotas e fluxos de contentores evidencia a relevância de grandes portos como nós logísticos centrais em redes globais integradas, suportadas por terminais especializados que asseguram eficiência operacional e a rotação rápida de navios.

² TEU: medida-padrão utilizada para calcular o volume de um contentor

1.3 Terminais de Contentores

Um terminal de contentores, pode ser entendido como uma instalação portuária especializada na carga, descarga, armazenamento e movimentação de contentores intermodais, equipados com infraestruturas e tecnologias avançadas, como guindastes, empilhadores e sistemas automatizados de gestão de carga que permitem a movimentação e organização eficiente de grandes volumes de contentores (Notteboom *et al.*, 2022).

Com base nas tendências atuais, os terminais de contentores assumem cada vez mais um papel estratégico no transporte de mercadorias de alto valor, funcionando como interfaces críticas entre os modais marítimo e terrestre. Essas interfaces permitem a transferência de cargas entre navios e, simultaneamente, desempenham funções logísticas avançadas, agregando valor às mercadorias por meio de serviços como consolidação, armazenagem, etiquetagem, o que facilita a sua distribuição dentro das cadeias globais de produção.

A operação baseia-se em duas interfaces principais: a "zona de cais" (*quayside*), onde ocorre a carga e descarga de navios e a "zona de terra" (*landside*), onde os contentores são movimentados para camiões (Steenken *et al.*, 2004).

A Figura 3 apresenta uma visão funcional do fluxo de movimentação dos contentores dentro do terminal. Após descarrega dos navios (*Seaside/Ship Operation Area*), os contentores são transferidos para o parque de importação/exportação (*Yard Import/Export Stock*), e posteriormente para as áreas de recolha(*sheds*) de onde seguem por camiões ou comboios. No caso de contentores vazios, estes são movimentados para áreas específicas designadas de *empty stock*, destinadas à consolidação e ao reembarque. Além disso, o terminal ainda recebe contentores do *hinterland*, destinados ao carregamento no navio.

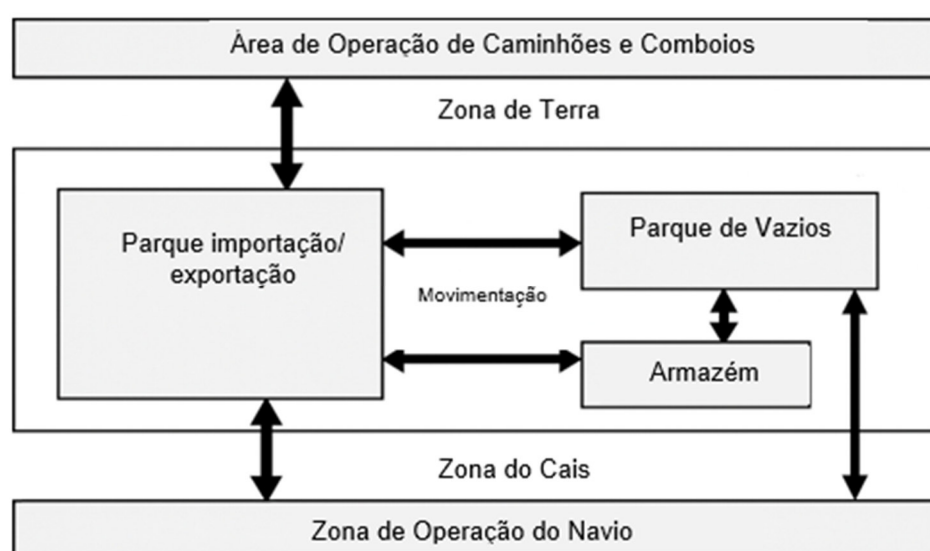


Figura 3- Esquema dos fluxos de transportes e áreas de operação de um terminal

Fonte: (Adaptado de Steenken et al., 2004)

1.3.1 Terminal de transbordo ou *Transshipment*

Os portos de *Transshipment*, ou portos de transbordo, têm como principal função a realização de operações de transferência de contentores entre navios, geralmente de grandes navios (*Mothership*) para embarcações menores (*Feeders*) (Caldeirinha 2014). Também conhecidos como portos de baldeação, o seu desempenho depende de vários fatores como a localização geográfica, a eficiência operacional, as infraestruturas, os sistemas de informação e as políticas tarifárias. Estes portos constituem elementos críticos da rede de transporte de contentores marítimos, ao potenciam a consolidação de cargas, a obtenção de economias de escala nos navios de grandes dimensões, bem como a racionalização das rotas definidas, facilitando o ajuste da capacidade do navio em relação à procura numa determinada zona geográfica (Rodrigue & Ashar, 2016). Com a padronização no transporte de mercadorias e a adoção do modelo *hub-and-spoke*, tradicionalmente utilizado pela indústria aeronáutica, o transporte marítimo passou a operar de forma mais centralizada (Alexandre, 2023). Neste sistema, navios de grande dimensão escalam portos centrais (*hubs*) que redistribuem cargas para portos regionais (*spokes*), promovendo a integração intermodal entre transporte marítimo, ferroviário e rodoviário.

A localização geográfica de Cabo Verde, no Oceano Atlântico, confere-lhe uma vantagem competitiva significativa para atuar como um centro regional de redistribuição ligando a África, Europa e a América (Figura 4). Atualmente, o Porto Grande (São Vicente) e o Porto da Praia (Santiago) já realizam operações de transbordo para destinos como Angola, Guiné, Senegal, Canárias, Espanha, Portugal e Brasil(Ulisses, 2013).



Figura 4-Cabo verde como futuro hub logístico

Fonte: (Freitas et al., 2019)

De acordo com Rodrigue & Ashar (2016) os portos podem ser classificados segundo a incidência de movimento de transbordo (Figura 5):

- *Gateways/ Feeder Ports*, apresentam uma incidência inferior a 10%, com foco no tráfego proveniente do *Hinterland*;
- *Regional Gateway Ports* registam cerca de 25% e funcionam como *hubs* regionais de menor escala;
- *Hub Ports*, com cerca de 50% de incidência de transbordo, combinam funções de redistribuição e de entrada;
- *Pure Transshipment Port* (PTP), que ultrapassam 75% do seu tráfego em operações de transbordo, podendo atingir valores superiores a 90%.

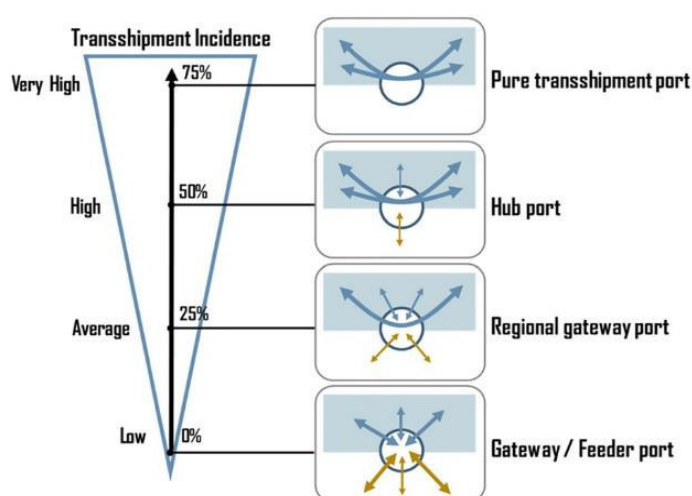


Figura 5 - Níveis de incidência de movimento de transbordo

Fonte: (Rodrigue & Ashar, 2016)

1.3.2 Terminal de Importação/Exportação

Enquanto os terminais de transbordo concentram a sua atividade na transferência de cargas entre navios, os terminais de transbordo e exportação assumem um papel mais abrangente, atuando como portas de entrada e saída de mercadorias para o *Hinterland*. A estruturação eficiente dos *gateways* portuários influencia diretamente a *performance* dos sistemas logísticos, pois estes funcionam como pontos estratégicos de ligação entre o comércio internacional e o mercado interno. Quando bem geridos, contribuem para reduzir significativamente os encargos operacionais, aumentar a fluidez da movimentação de contentores e melhorar a qualidade dos serviços prestados (Caldeirinha, 2014).

No caso de um Estado insular como Cabo Verde, a dependência da atividade portuária reflete-se, sobretudo, no aumento do volume de importações (Ulisses, 2013), o que contribui para uma balança comercial negativa (Figura 6). A capacidade exportadora revela-se aquém

do necessário, sendo imperativo diversificar a economia e incentivar a produção de bens e serviços com maior valor acrescentado ao mercado externo.

No segundo trimestre de 2023, o défice da balança de bens situou-se em 19.727 milhões de escudos cabo-verdianos, registando um aumento de 302 milhões face ao período homólogo de 2022. Esse agravamento deveu-se à diminuição das exportações em 25 % e das importações em 6% (Banco Cabo Verde, 2024).



Figura 6 - Exportações e Importação, 2020 a 2023

Fonte: (Banco Cabo Verde, 2024)

As importações de mercadorias registaram uma queda global de aproximadamente 3%, refletindo a redução na aquisição de combustíveis (-21 %) e de bens de consumo (-3%). Em contrapartida, verificou-se um aumento nas importações (Tabela 1) de bens intermediários (5%), bens de capital (4%) e outras mercadorias em 10% (Direção Geral das Alfândegas, 2024).

Tabela 1- Importações de Mercadorias por Categoria de Bens (2º Trimestre 2023)

	Δ valor	Δ volume	Δ preços
Bens de Consumo	-3,0	-30,6	39,8
Bens Intermédios	4,9	-9,7	16,1
Bens de Capital	3,7	-4,7	8,8
Combustíveis	-20,9	7,9	-26,7
Outros	10,1	-14,2	28,4
Total	-2,6	-13,2	1,5

Fonte: (Direção Geral das Alfândegas, 2024)

No contexto portuário, os portos do Mindelo e da Praia funcionam como pontos de partida, chegada e transbordo, atuando como *hubs* estratégicos para as mobilidades inter-

ilhas, as quais são fundamentais para o acesso da população a saúde, educação, comércio, lazer etc. impulsionando assim o desenvolvimento económico local, regional e nacional. Além disso, asseguram o abastecimento regular de bens essenciais, como alimentos, combustíveis e materiais de construção. Embora a sua incidência de transbordo ainda seja limitada, o país apresenta vantagens competitivas em custos e processos administrativos, o que o posiciona como um potencial porto híbrido combinando funções de *gateway* e de transbordo (Notteboom, 2019).

A compreensão das diferenças operacionais e funcionais entre os terminais de transbordo e de importação é importante para o planeamento portuário moderno. Estes dois modelos, embora distintos, complementam-se na formação de redes logísticas integradas, que servem de base para o planeamento inteligente da atracagem, tema a explorar na secção seguinte.

1.4 Planeamento de Atracagem Inteligente

O planeamento de atracagem inteligente surge como resposta à complexidade das operações portuárias, através da integração da gestão de terminais de transbordo e de importação/exportação com sistemas colaborativos e tecnologias digitais avançadas. Esta abordagem permite otimizar a alocação de berços, reduzir tempos de espera e melhorar a eficiência logística, bem como responder a desafios atuais, como a eficiência energética, a sustentabilidade ambiental, a segurança e a digitalização. Neste contexto, o *Smart Port*, consolida-se como estratégia central para responder às exigências da economia global e da transição energética (Karas, 2022).

A evolução dos portos é tradicionalmente dividida em 5 gerações (Figura 7): a primeira geração corresponde a portos básicos, focados nas operações de carga e descarga; a segunda introduziu funções industriais e comerciais; a terceira geração transformou os portos em centros logísticos intermodais; a quarta acrescentou a digitalização, a automação e a preocupação ambiental. A partir de 2010, surgiu a quinta geração marcada pela conectividade, inteligência, sustentabilidade e integração com a cidade e os *stakeholders*. Mais recentemente, discute-se já a sexta geração, centrada na automação total, gestão intermodal avançada e uso intensivo de tecnologias emergentes (Karas, 2022).

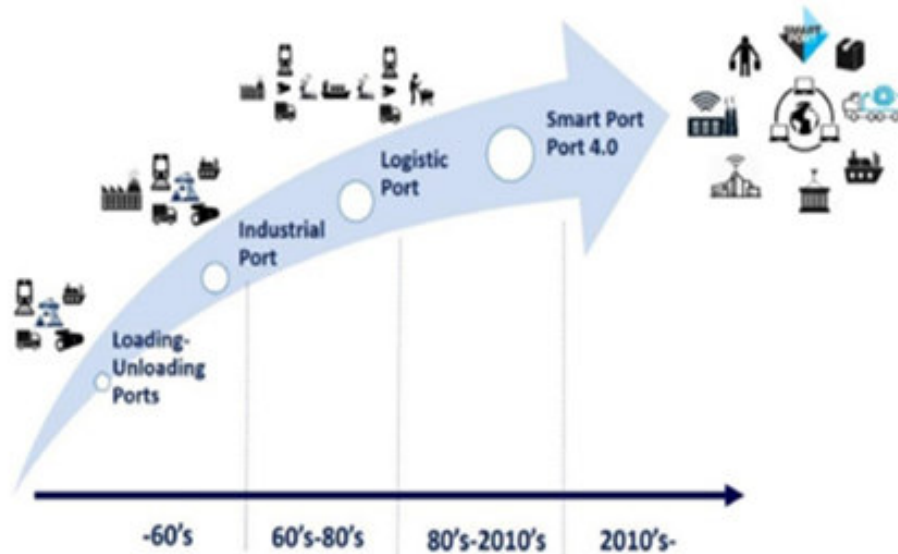


Figura 7- Evolução da função do porto

Fonte: (Karas, 2022)

A transição entre estas gerações reflete o progresso tecnológico e organizacional do setor marítimo, culminando no conceito de porto inteligente – um modelo baseado na integração de estruturas físicas e soluções digitais. Estes portos combinam vias, terminais e armazéns com tecnologias como sensores, *Internet of Things (IoT)*, *Radio-Frequency IDentification (RFID)*, Big Data, além de serviços avançados de monitorização, gestão energética, navegação em tempo real, análise preditiva para promover a eficiência logística, desenvolvimento económico e a sustentabilidade (Figura 8).

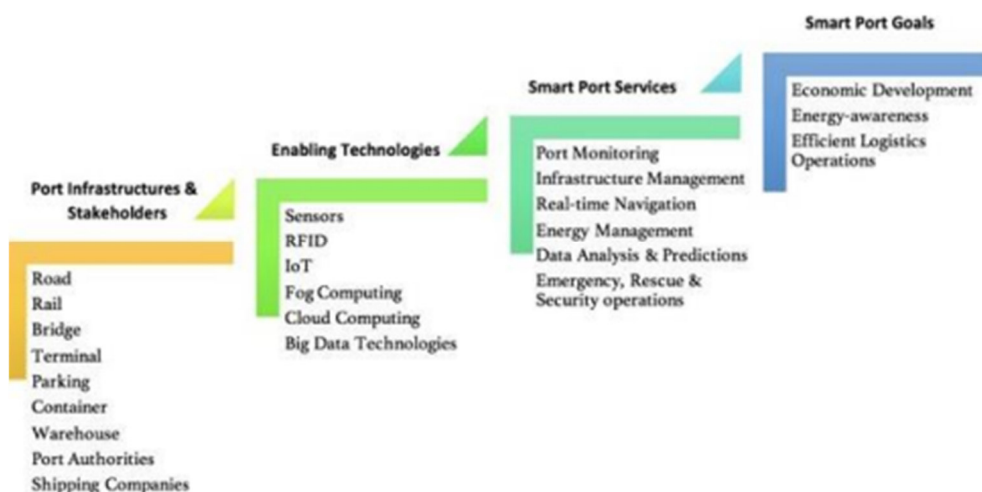


Figura 8-Arquitetura do Porto Inteligente

Fonte: (Karas 2022, adaptado de Rajabi A.et al. 2018)

A consolidação deste modelo levou à criação de metodologias específicas para avaliar o grau de inteligência dos portos. A literatura apresenta diferentes abordagens destacando o *Smart Port Index* (SPI), proposto por Molavi *et al.*, (2019), que mede o nível de inteligência de um porto com base em quatro domínios principais: as operações, a energia, o meio ambiente e a segurança através de indicadores de desempenho, denominados KPI, como produtividade, consumo energético, gestão ambiental e conformidade com normas de segurança. Por sua vez, Belmoukari *et al.*, (2023), propõem um modelo mais abrangente, e expande os domínios e atividades considerados por Molavi *et al.*, incorporando áreas estratégicas como governança, integração logística, serviços e colaboração entre *stakeholders* e tecnologia (IoT, Inteligência Artificial, *Big Data*, *Blockchain*, *Digital Twins*) e sistemas de gestão integrados.

A sua aplicação prática pode ser observada em portos como Roterdão, Hamburgo, Antuérpia e Singapura, que já implementaram *Digital Twins*, sensores ambientais, drones autónomos, plataformas de gestão integrada e sistemas de tráfego marítimo digital, demonstrando a ligação direta entre a inteligência portuária, eficiência operacional, e sustentabilidade (Molavi *et al.*, 2019).

Os autores Koppenol *et al.*, (2021) referem que, no relatório de *Smart Ports Trends 2030-2050* são identificadas as principais tendências que moldarão os portos inteligentes nas próximas décadas. Entre elas destaca-se o crescimento das plataformas digitais logísticas, como Cogoport e Flexport; expansão de rotas alternativas, como a *Belt and Road Initiative* e a rota polar; necessidade de novas áreas para infraestruturas energéticas e *clusters* sustentáveis; desenvolvimento de cargas e *hubs* marítimos auto-organizados com IA e sensores; implementação de corredores inteligentes de navegação interior, com *Digital Twins* e a transição para combustíveis sustentáveis além da transição para combustíveis sustentáveis e eletrificação industrial para a descarbonização do setor.

Apesar dos avanços, o Porto Grande e o Porto da Praia, ainda operam com estruturadas distantes da quinta geração de portos inteligentes. O planeamento da atracagem ainda depende de processos manuais e de comunicação fragmentada via telefone, e-mail, radio VHF e sistemas não integrados. A adoção de ferramentas digitais avançadas permitiria simular cenários, prever atrasos, otimizar a alocação de cais e equipamentos, melhorar os indicadores de desempenho e garantir conformidade com metas ambientais conforme as recomendações da IMO. Assim, um modelo de porto inteligente posicionaria os portos nacionais como centros logísticos estratégicos na região atlântica e africana.

Dessa forma, e com base nas noções previamente apresentadas de porto inteligente e nas soluções digitais já implementadas em outros portos internacionais, entende-se o planeamento da atracagem inteligente como o processo que utiliza os recursos computacionais avançados para gerir diferentes cenários operacionais, com o objetivo de

otimizar a atracagem.

1.4.1 Principais Intervenientes

A implementação do planeamento inteligente de atracagem requer a transição do modelo convencional para um modelo digital e colaborativo, capaz de integrar os sistemas utilizados pelos diferentes agentes do ecossistema portuário numa plataforma única. Para que seja eficaz, é fundamental identificar intervenientes e compreender as suas funções, uma vez que cada um desempenha um papel estratégico nesse processo.

A Figura 9 mostra os agentes mais relevantes para a implementação de um sistema de planeamento de atracagem inteligente (Alexandre, 2023):

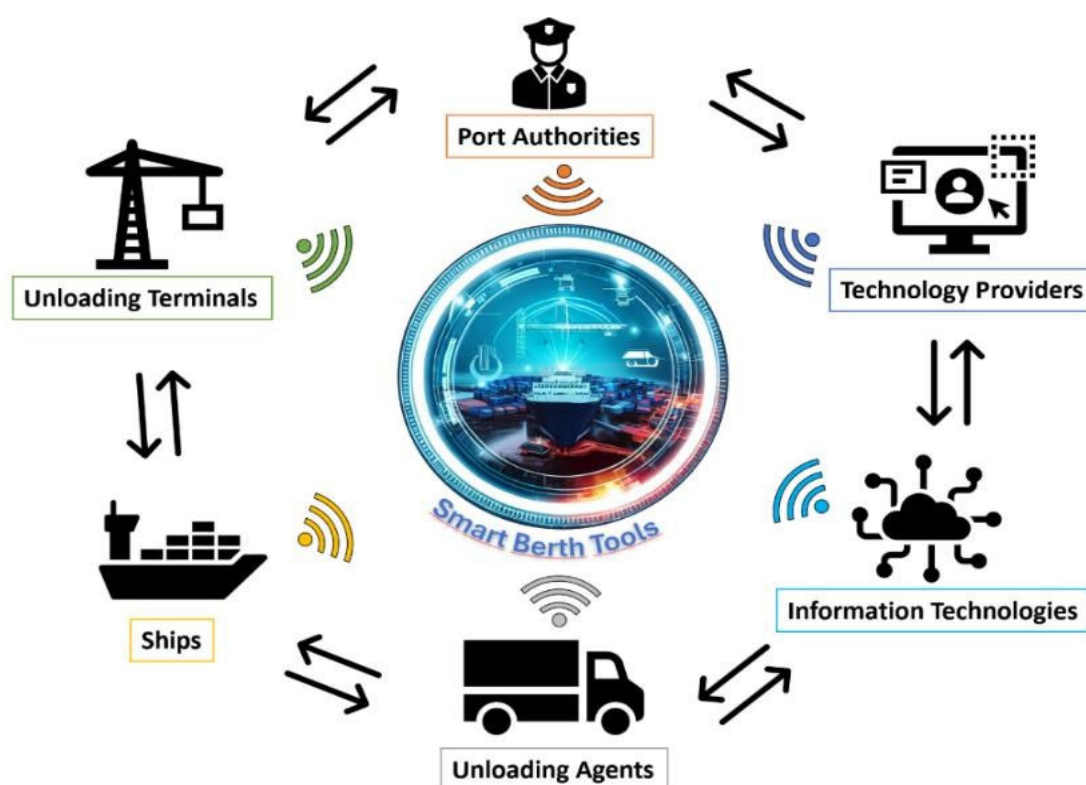


Figura 9 - Intervenientes no processo de planeamento de atracagem inteligente

Fonte: (Adaptado de Henesey *et al.*, 2002)

- *Port Authorities* / Autoridades Portuárias – regulam, supervisionam e promovem a inovação, garantido a segurança das atividades portuárias, gestão da infraestrutura e articulação com os demais intervenientes;

- *Unloading Terminals* / Terminais de contentores –responsáveis pela gestão da infraestrutura e dos equipamentos de manuseamento de contentores, como guias, transportadores e equipamentos de verificação de carga;

- *Ships* / Navios – Proprietários dos navios, designados como armadores. Clientes dos

terminais onde escalam os seus navios;

- *Cargo and Unloading Agents* / Transitários e Agentes de Navegação- intermediários entre armadores, terminais e cliente final;

- *Technology Providers* / Parceiros Tecnológicos – responsáveis por fornecer soluções tecnológicas que integram os diferentes sistemas dos agentes envolvidos e facilitem o planeamento inteligente;

- Comunidade Local –beneficia e contribui para a melhoria da qualidade de vida, promovendo a integração porto-cidade e apoiando os processos de sustentabilidade e inovação (Belmoukari *et al.*, 2023).

1.4.2 Tecnologia atual existente no mercado

Para acompanhar esta transformação, têm surgido soluções tecnológicas avançadas que integram inteligência artificial, análise de dados e plataformas colaborativas para apoiar o planeamento inteligente de atracagem. Estas ferramentas visam otimizar a alocação de berços, coordenar navios e recursos, melhorar a coordenação entre *stakeholders* e garantir operações mais seguras.

A Portchain, uma dessas plataformas digitais, concebida especificamente para o planeamento de atracagem, baseada em inteligência artificial e em algoritmos preditivos para melhorar a alocação de berços em tempo real, reduzir tempo de espera e maximizar o uso da infraestrutura portuária. Através do seu módulo Portchain Quay permite o planeamento operacional detalhado do cais, considerando dimensões dos navios, profundidade disponível e janelas de chegada/ partida, além de permitir a criação de cenários de atracagem, a atribuição de guindastes e a monitorização dos recursos do cais. Já o Portchain Connect, funciona como *hub* colaborativo, integrando terminais, armadores e transportadoras e autoridade portuárias, assegurando a partilha de informação em tempo útil e maior transparência na tomada de decisões(Portchain, 2023).

A plataforma realiza simulações de cenários (*what-if-analysis*), antecipando atrasos, congestionamentos ou condições meteorológicas adversas. Entre os seus benefícios destacam-se a redução da dependência de planilhas e processos manuais, a otimização de ativos, a melhoria da coordenação operacional e a implementação imediata na nuvem, sem necessidade de instalação local (Figura 10). A sua aplicação no Porto de Carolina do Sul repercutiu em melhorias consideráveis no desempenho global do porto (Portchain, 2023).

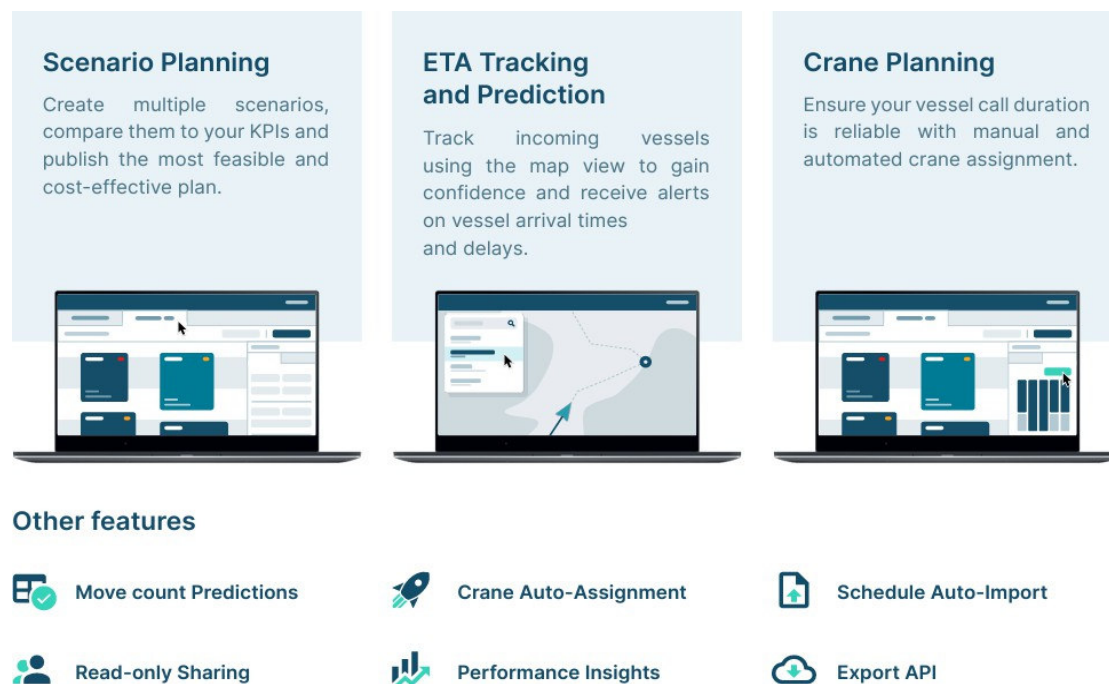


Figura 10 - Funcionalidades da Portchain

Fonte: (Portchain, 2023)

Outra plataforma relevante é a Awake.AI, que adota uma abordagem centrada na previsibilidade operacional e na potencialização dos ativos e infraestruturas portuárias, com base em dados AIS (*Automatic Identification System*), condições meteorológicas, tráfego marítimo e históricos operacionais. Através de modelos de *machine learning*, prevê com elevada precisão o tempo de chegada dos navios (Figura 11). Além disso, a plataforma disponibiliza mapas interativos, *geofencing* para monitorização de áreas críticas, alertas meteorológicos automatizados e um *Marketplace* digital de serviços portuários que facilita a ligação entre prestadores de serviço e utilizadores. A implementação no Porto de Algeciras resultou em melhorias na previsibilidade das chegadas, redução significativa do tempo de *turnaround* e melhor aproveitamento dos recursos logísticos (Awake.AI, 2023).

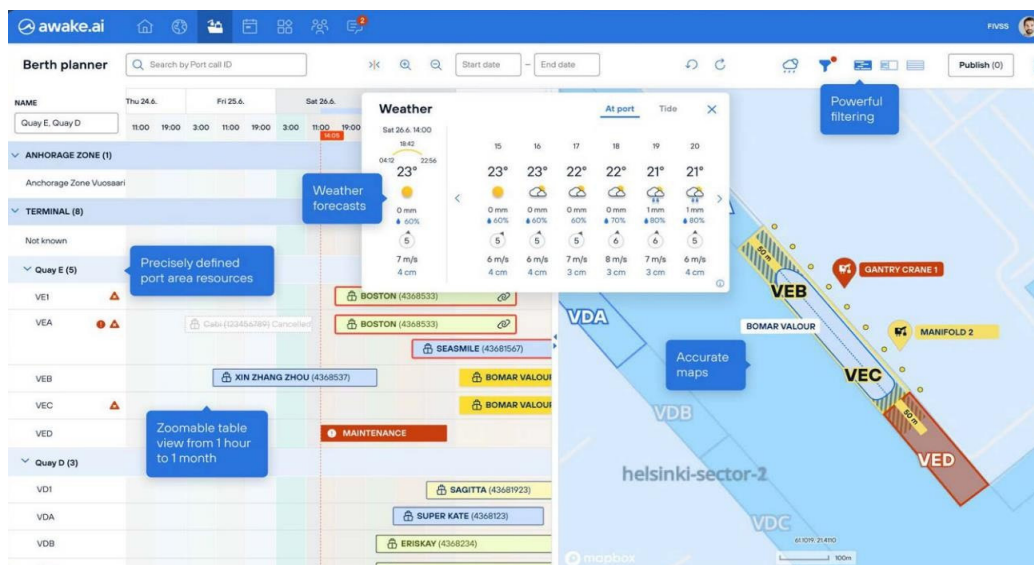


Figura 11- Ambiente de trabalho da plataforma Awake.AI

Fonte: (Awake.AI., 2023)

Para sintetizar as características, funcionalidades e benefícios das soluções analisadas, a Tabela 2 apresenta um resumo comparativo entre as três aplicações permitindo uma visão clara do contributo de cada uma para a eficiência operacional.

Tabela 2- Plataformas Estratégicas para Planeamento Inteligente da Atracagem

	Portchain	Awake.AI
Foco principal	Planeamento da alocação de berços	Previsibilidade e otimização de recursos
Funcionalidades-chave	Planeamento do cais, hub colaborativo e simulações preditivas	Estimativas ETA/ETD, mapas interativos e alertas automáticos
Benefícios	Redução de tempos de espera e otimização da infraestrutura	Maior precisão nas chegadas, redução do <i>turnaround</i> e melhor coordenação logística
Stakeholders	Autoridades portuárias, operadores terminais, armadores e agentes de navegação	Autoridades portuárias, operadores de terminais e armadores
Aplicações	Porto da Carolina do Sul, Tanger-Med Hapag-Lloyd	Porto de Algeciras, Gotemburgo, Roterdão

Fonte: Elaboração Própria

1.5 Problema de alocação de ponto de atracagem

A adoção dessas plataformas e a coordenação entre os diferentes intervenientes do porto fornecem a base tecnológica e operacional necessária para enfrentar desafios concretos, como o *Berth Allocation Problem* (BAP). Face a isto, o planeamento da atracagem assume um papel central na logística portuária e na gestão das operações, articulando diretamente as atividades marítimas com os sistemas logísticos terrestres (Magalhães, 2023). Uma alocação inadequada de cais pode gerar atrasos, custos adicionais e interrupções na cadeia logística. Assim, (*Berth Allocation Problem* - BAP) consiste em atribuir posições de atracagem aos navios, definindo o local e o horário de atracagem de modo a evitar sobreposições. O seu objetivo principal é otimizar a utilização *do Berth* — espaço específico para operações de carga e descarga— considerando restrições de tempo e espaço (Bierwirth & Meisel, 2009).

A Figura 12 exemplifica o BAP, mostrando os navios em diferentes fases da operação portuária desde a chegada e espera até à atracagem e à movimentação da carga.

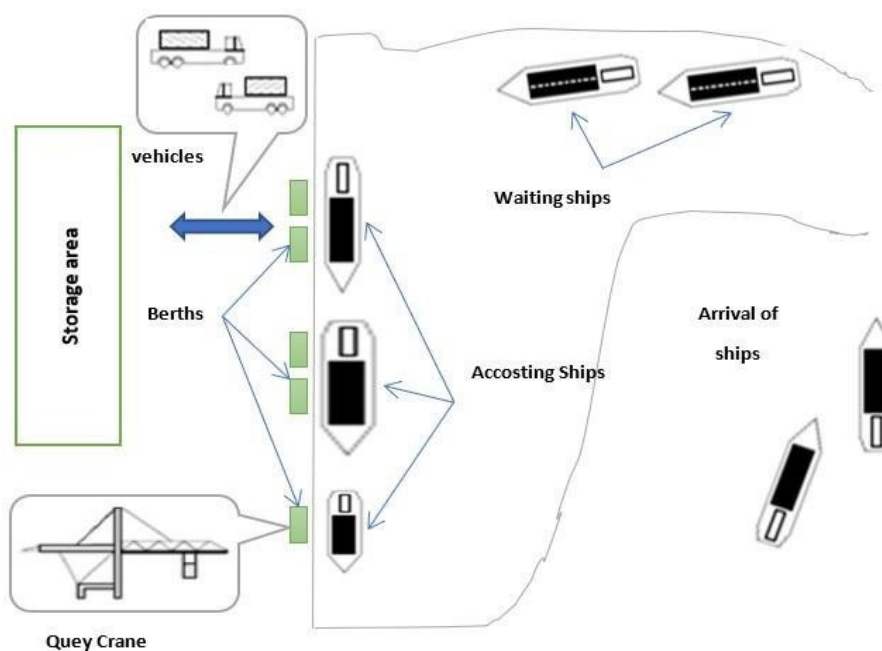


Figura 12 - Exemplo do Problema de Alocação do Cais

Fonte: (Mnasri & Alrashidi, 2021)

A alocação deve considerar não apenas as operações de carga e descarga, mas também os fatores críticos que influenciam o desempenho do terminal. A literatura sobre o BAP aborda o tema sob diferentes perspetivas, dependendo do contexto operacional e do nível de detalhe adotado. Entre as restrições destacam-se as espaciais relacionadas com as

dimensões do porto, o tamanho dos navios, a profundidade e a divisão da área acostável; e as temporais referentes à data de chegada e horário de atracagem. O desempenho do sistema é geralmente avaliado por meio de indicadores como os tempos de espera, os atrasos e a utilização de recursos.

Do ponto de vista espacial, o BAP é frequentemente classificado em três tipos: discreto ((BAPD) em que o cais é dividido em “berços”, cada um recebendo apenas um navio por vez; híbrido (BAPH) que permite que um navio maior ocupe mais de um berço ou que os berços sejam compartilhados, respeitando regras de segurança; e contínuo (BAPC) em que não há divisão fixada e o navio pode atracar em qualquer posição disponível, respeitando o espaço e a profundidade (Bierwirth e Meisel, 2015). A Figura 13 apresenta uma representação gráfica da área acostável para os diferentes layouts de BAP.

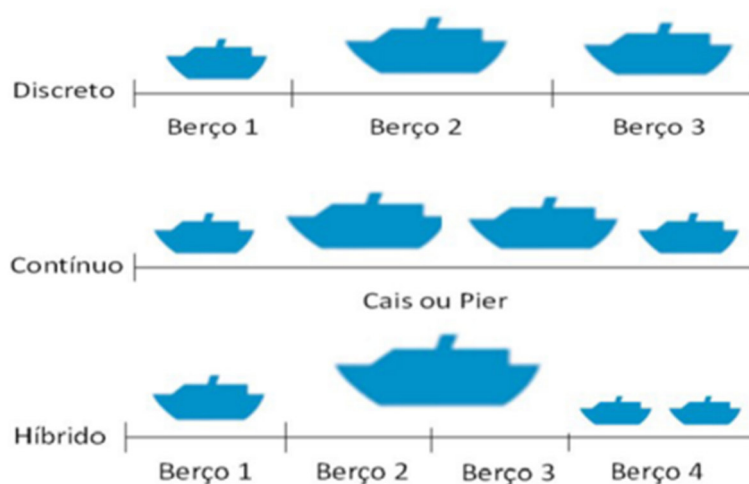


Figura 13- Representação BAPD, BAPC e BAPH

Fonte: (Bierwirth e Meisel, 2015)

Quando às restrições temporais, distingue-se quatro cenários principais: chegada estática quando todos os navios já estão disponíveis na área de fundeio; chegada dinâmica, com horários distintos de chegada; chegada cíclica, em intervalos fixos ou Chegada Estocástica ou aleatória, em que os horários são incertos.

A combinação dos diferentes tipos de BAP e dos cenários de chegada determinam o processo de planeamento de atracagem, exigindo a análise integrada das restrições, bem como dos indicadores de desempenho. A eficiência da atracagem depende da harmonização de fatores operacionais, logísticos e físicos do porto, bem como das características da embarcação e do tipo de carga. Para aumentar a produtividade portuária, reduzir os custos de atracagem e o tempo de espera - uma vez que este representa um período sem geração de receita para os armadores - é essencial um planeamento adequado, abrangendo um

horizonte temporal suficientemente alargado, que assegura um fluxo contínuo e eficiente das operações.

De forma geral, a revisão da literatura identificou um conjunto de variáveis que determinam a resolução do BAP e que condicionam o desempenho do planeamento de atracagem, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3-Variáveis de cálculo para resolução do BAP

Variáveis associadas ao BAP	Referências
Dimensão de navios e espaço de cais;	Emde & Boysen, (2016)
<i>Berth</i> Contínuo e dimensão de navios;	Imai <i>et al.</i> , (2005)
Dimensão dos navios e requisitos de serviço do cliente;	Alzaabi & Diabat, (2016)
Prioridades de serviço, produtividade dos equipamentos de cais; quantidade de contentores a manusear;	Ursavas, (2022)
Condições das marés, número fixo de gruas de cais;	Malekahmadi et al, (2020)
Evolução temporal do comprimento dos navios;	Martin et al, (2015)
Tempo de espera dos navios ancorados para atracagem e tempo de operações em terminal;	Yıldırım et al, (2020)

Fonte: (Alexandre, 2023)

1.6 Ferramentas de Suporte à Decisão

Devido à complexidade do BAP, que envolve múltiplas restrições, é necessário recorrer a ferramentas digitais e sistemas de suporte à decisão que auxiliam na otimização da atracagem, evitam atrasos, sobreposição de operações e subutilização do cais. O fluxograma apresentado na Figura 14, ilustra as principais etapas da decisão do planeamento de atracagem desde a chegada até a nomeação do ponto de acostagem adequado.

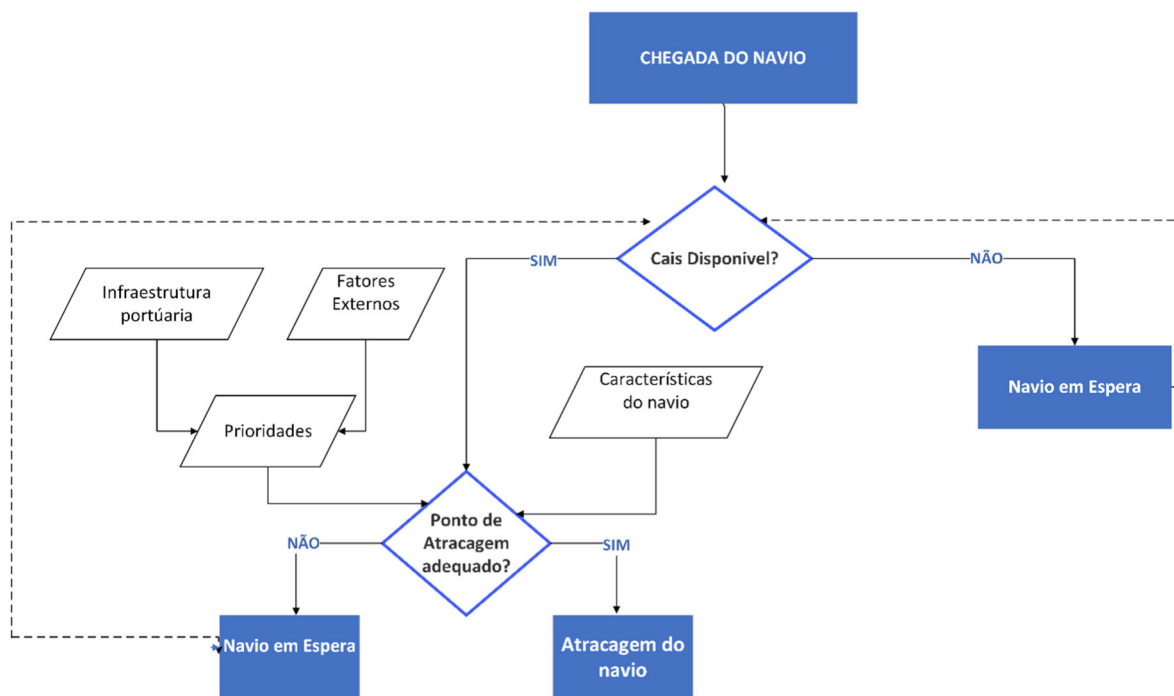


Figura 14- Processo de decisão do planejamento de atracagem

Fonte:(Adaptado de Magalhães, 2023)

Ursulas (2022) propõe um modelo que integra simulação, otimização e controle dinâmico de prioridades para a alocação eficiente de berços em terminais de contentores. O sistema contempla cinco políticas de alocação de berços, adaptáveis a diferentes contextos operacionais: a Política A ou berço dedicado, que reserva posições fixas para companhias específicas; a Política B, conhecida como " *First Come, First Served* " (FCFS) atende navios por ordem de chegada; a Política C, baseada no menor tempo de manuseio, que prioriza embarcações com operações rápidas, favorecendo navios menores; a Política D, de controle dinâmico de prioridade, que ajusta o atendimento conforme o tempo de espera e a classe do navio e a Política E, que considera a taxa de manuseio dos cais e a classe das embarcações, otimizando o fluxo e a utilização dos recursos.

As políticas mais simples (A, B e C) são amplamente utilizadas na prática portuária, enquanto as duas últimas requerem suporte computacional avançado.

Um estudo realizado no terminal de contentores do Porto de Izmir (Ursulas, 2022), demonstrou a aplicabilidade do DSS ao analisar diferentes políticas de alocação de berços e gerar índices de prioridade para cada classe de navio. As simulações indicam uma média de 106 navios atendidos por mês e tempos médios de espera para navios maiores (*large*), médios (*average*) e small(pequenos) de 9,1, 8,6 e 8,1 horas, respetivamente. A política B, com a regra FCFS, garante maior equilíbrio entre os diferentes tipos de navios, embora isso resulte em

tempos de espera relativamente longos para todos os navios. Já a política C, ao favorecer os navios de menor porte, reduz o tempo de espera desta classe, mas aumenta significativamente o tempo de espera dos navios maiores, chegando a apresentar os valores mais altos nas simulações. No caso da política D, que se subdivide em D1 e D2, a D1 tem intervenção manual do utilizador e ajusta as decisões à chegada do navio, promovendo um equilíbrio geral. Por outro lado, D2 não inclui a intervenção do utilizador do sistema e tende a beneficiar sobretudo navios de menor dimensão (Figura 15). As restantes políticas foram deixadas de lado: A por ser demasiado simples para gerar comparações relevantes e E por depender de tecnologia avançada para implementação.

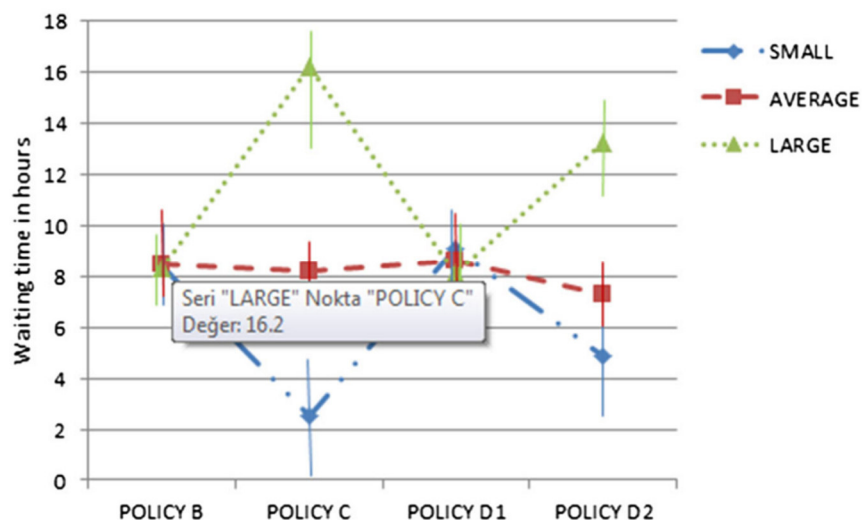


Figura 15-Tempos de espera nas diferentes políticas de alocação

Fonte: (Ursulas, 2022)

Embora Ursulas defenda uma aplicação mais prática do DSS na tomada de decisão, Makhado *et al.* (2025) defendem que o sistema deveria ser mais integrado e adaptativo, capaz de combinar alocação de berços, atribuição e agendamento de gruas com adaptação em tempo real e integração de dados de portos inteligentes, aumentando assim a robustez e a aplicabilidade do sistema em cenários complexos.

Seguindo esta linha de evolução, surge a *Everstream* (2023) uma solução de gestão portuária mais abrangente, orientada para a análise de grandes volumes de dados em tempo real e para a otimização global do desempenho portuário. Embora não se concentre especificamente na alocação dos berços, a plataforma permite analisar os fluxos de contentores e integrar variáveis logísticas, climáticas, ambientais e operacionais. Esta abordagem proporciona uma visão holística das cadeias de abastecimento associadas ao porto, apoiando decisões estratégicas sobre a movimentação de cargas .

Além disso, identifica restrições operacionais, antecipa atrasos em diferentes pontos da cadeia logística, otimiza o uso de ativos (como guindastes e pátios) e contribui para a redução da pegada de carbono através de simulações de cenários de eficiência energética. Aplicada em múltiplos portos internacionais, *Everstream* tem demonstrado eficiência na mitigação de riscos (Figura 16) e na coordenação intermodal, reforçando a resiliência operacional.

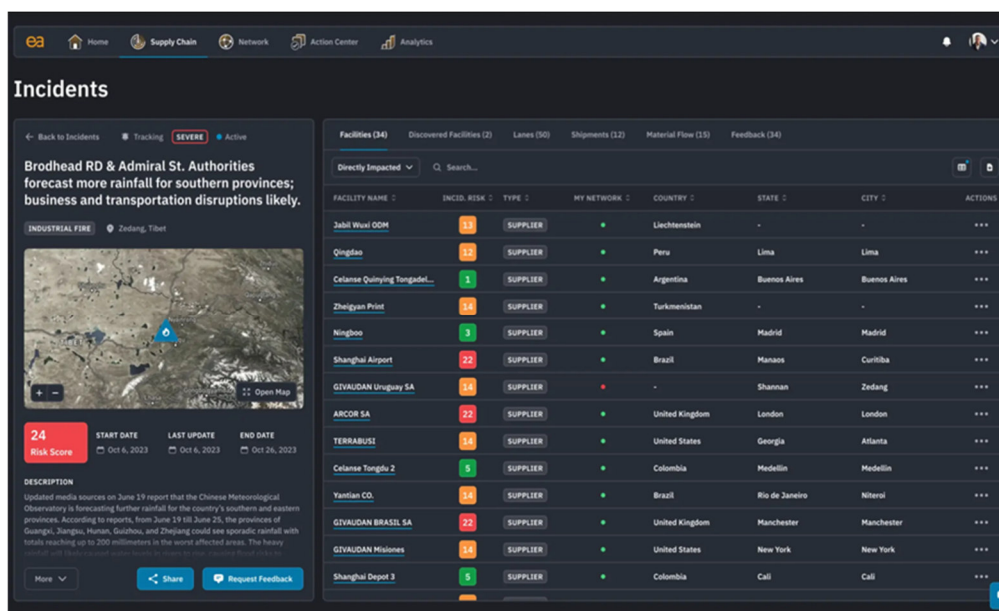


Figura 16 - Painel de incidentes da plataforma EVERSTREAM

Fonte (Everstream, 2023)

Além das soluções mais recentes apresentadas pela Everstream, existem outras ferramentas tecnológicas, que embora anteriores ou contemporâneas, continuam a ser relevantes na otimização das operações portuárias. Entre estas, destacam-se: a Wärtsilä Port Optimization que coordena o tráfego marítimo, controla as chegadas JIT; o AnyLogic Port & Terminal Simulation que permite simular operações em terminais e fluxos logísticos para testar e identificar entraves; e o FlyPix AI que utiliza inteligência artificial para analisar imagens aéreas e de satélites para monitorar a infraestrutura portuária e gerar mapas de calor que apoiem a tomada de decisão (Wärtsilä, 2021; AnyLogic, 2021; FlyPix AI, 2023).

Todavia, os portos devem pautar na sua atuação por padrões que assegurem segurança, eficiência e harmonização global.

1.7 International Maritime Organization

Partindo do pressuposto de que a segurança marítima e a padronização das operações dependem de regulamentações internacionais, surgiu, em 1948, a necessidade de criar um órgão capaz de definir e harmonizar essas normas. É nesse contexto que surge a

International Maritime Organization (IMO), a principal agência especializada das Nações Unidas, responsável por estabelecer um quadro regulatório abrangente que contempla a segurança marítima, a proteção ambiental, a cooperação técnica e a eficiência operacional promovendo práticas que aumentem a produtividade e reduzam o impacto ambiental do transporte.

Entre as principais convenções desenvolvidas pela IMO estão a *Convention for the Safety of Life at Sea* (SOLAS), que define normas de segurança para navios, e a MARPOL 73/78, voltada para a prevenção da poluição marítima. A organização define metas ambiciosas, como a redução de 40% das emissões de CO₂ por unidade transportada até 2030 e zero emissões líquidas até 2050, incentivando a adoção de tecnologias e combustíveis sustentáveis. Além disso, desenvolveu sistemas de suporte à segurança e à eficiência operacional como Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima (GMDSS), a Plataforma Equasis, e Código ISM e mais recentemente guias como *Maritime Technology Global Challenge* e o *Just In Time Arrival Guide* (IMO, 2020) voltadas para a otimização das escalas portuárias e a redução das emissões.

1.8 Digital Container Shipping Association - DCSA

A *Digital Container Shipping Association* (DCSA), criada em 2019, surge como um instrumento prático para implementar as diretrizes internacionais, com o objetivo de padronizar e digitalizar processos ao longo da cadeia logística de transporte de contentores. A organização promove a interoperabilidade, a eficiência operacional, a redução de custos e uma maior transparência. Entre os seus membros fundadores estão a MSC, a Maersk, a CMA CGM, a Hapag-Lloyd, a ONE, a Evergreen, a Yang Ming, a HMM e a ZIM, que em conjunto representam mais de 70% do mercado mundial de transporte marítimo de contentores.

A DCSA desenvolveu procedimentos *standards* para rastreamento e partilha de dados, reservas de contentores, conhecimentos de embarque eletrônicos e gestão de escalas portuárias criando uma base digital que facilita a colaboração entre armadores, portos e terminais (DCSA, 2023).

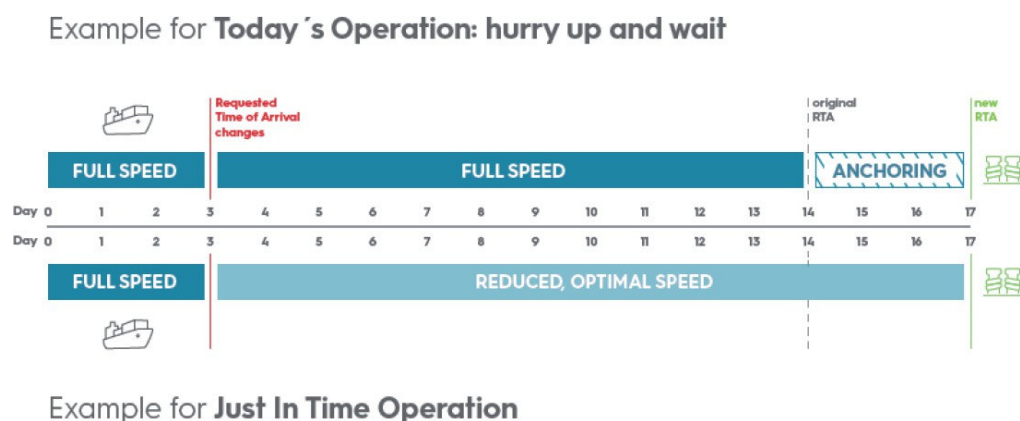
1.8.1 Port Call e Just-In-Time Arrival

A Port Call compreende todo o processo desde a contratação do transporte marítimo até à chegada, atracagem e saída do porto. Para uniformizar e otimizar este processo, a *International Task Force for Port Call Optimization*, baseada nas resoluções da IMO, define duas fases principais: fase contratual, que envolve acordos relativos a venda de mercadorias, transporte contentores, afretamento de navios e contratação de serviços portuários e terminais necessários; e a fase operacional, que inclui o planeamento detalhado da viagem,

da atracagem (*berth planning*), da prestação de serviços e da saída do porto (IMO, 2023).

O *Port Call* é, portanto, um elo estratégico da cadeia logística global, onde a coordenação e a padronização dos processos são fundamentais para a competitividade dos portos.

A Figura 17, ilustra que a diferença entre a operação tradicional (modelo “*hurry up and wait*”) e a Operação *Just in Time* (JIT). No modelo tradicional, atrasos no porto podem levar o navio a chegar antes do cais estar disponível, permanecendo ancorado devido à comunicação ineficiente da atualização do *Requested Time of Arrival* (RTA).



Example for **Just In Time Operation**

Figura 17- Comparação da operação atual com a operação *Just in Time*

Fonte: (IMO, 2020)

Para solucionar esse problema, a IMO introduziu o conceito de *Just in Time Arrival*, (JIT Arrival) que propõe a chegada sincronizada dos navios com a disponibilidade do cais, apoiada na partilha de dados em tempo real permitindo ajustar a velocidade e reduzir o tempo de espera no ancoradouro. Em portos que já implementaram este conceito, como Roterdão, a atualização da disponibilidade do cais com 12 horas de antecedência pode reduzir as emissões em cerca de 4% (IMO, 2023). O *Just in time Arrival* configura-se, assim, como uma variável estreitamente ligada ao planeamento da atracagem (*Berth Planning*), apesar dos desafios que enfrenta (Tabela 4).

Tabela 4-Vantagens e desvantagens da implementação do conceito *Just in Time*

	Vantagens	Desvantagens
Armador/Afretador	– Consumo de combustível reduzido – Consumo de óleo lubrificante reduzido – Preferência por certeza – Menos acidentes em ancoradouros – Menor risco de pirataria – Planeamento antecipado para manutenção e troca de tripulação – Maior previsibilidade para negociação de fretes	– Menos tempo fundeado para manutenção – Possível necessidade de aumentar velocidade para cumprir JIT – Sem ajustes contratuais, risco de custos adicionais
Porto	– Processos portuários otimizados – Melhoria na gestão de serviços náuticos – Maior segurança e redução de colisões	– Mais carga de trabalho para fornecer atualizações (se não automatizadas)
Operador de terminal	– Melhoria na gestão de capacidade de berços – Melhor gestão de recursos	– Mais carga de trabalho para fornecer atualizações (se não automatizadas)
Meio ambiente	– Menores emissões de GEE – Redução da poluição do ar nos portos	
Expedidor	– Maior visibilidade da cadeia logística – Gestão otimizada de estoque – Melhor planeamento de transporte intermodal	
Marítimos	– Melhor conformidade com a Convenção do Trabalho Marítimo (MLC)	– Menos oportunidades para licença em terra
Modalidades do hinterland	– Planeamento otimizado das conexões terrestres	

Fonte: (Adaptado da IMO, 2020)

1.8.2 *Just in Time Port Call*

Dando continuidade aos esforços da *IMO*, a *DCSA* desenvolveu o modelo *Just In Time Port Call (JIT)* que integra os conceitos de *Port Call* e *JIT Arival*, através da criação de uma estrutura operacional padronizada que facilite a partilha dados, a interoperabilidade entre sistemas e a harmonização global dos processos portuários.

O modelo baseia-se no Estimated, Requested, Planned (ERP) cycle da *Global Industry Alliance (GIA)*, que fomenta a adoção de formatos de mensagem padronizados, processos uniformizados e *interfaces* acessíveis, abrangendo todas as fases críticas do processo de escala portuária — desde o planeamento da chegada ao cais, operações no ponto de embarque do piloto, atracagem, até às operações de carga e saída do porto — permitindo implementação gradual com benefícios imediatos.

Assim, o JIT caracteriza-se por ser independente de plataformas tecnológicas específicas, gratuito, neutro e de código aberto, assegurando o acesso universal e a simplificação da troca de informações entre as partes interessadas, sem barreiras comerciais ou tecnológicas. O modelo responde aos desafios do setor como a comunicação insuficiente,

a limitada interoperabilidade entre sistemas, os elevados tempos médios de espera (cerca de 11 horas) e os custos elevados de manutenção das *Application Programming Interfaces* (API). O conceito *Estimated Time of Arrival at Berth* (ETA BERTH) desempenha um papel central, definindo a hora prevista para a atracagem e permitindo ajustes na velocidade do navio para que este chegue apenas quando as condições operacionais estiverem asseguradas. Esta lógica permite que os terminais aumentem a produtividade dos berços e que as autoridades portuárias otimizem os processos locais (Figura 18).

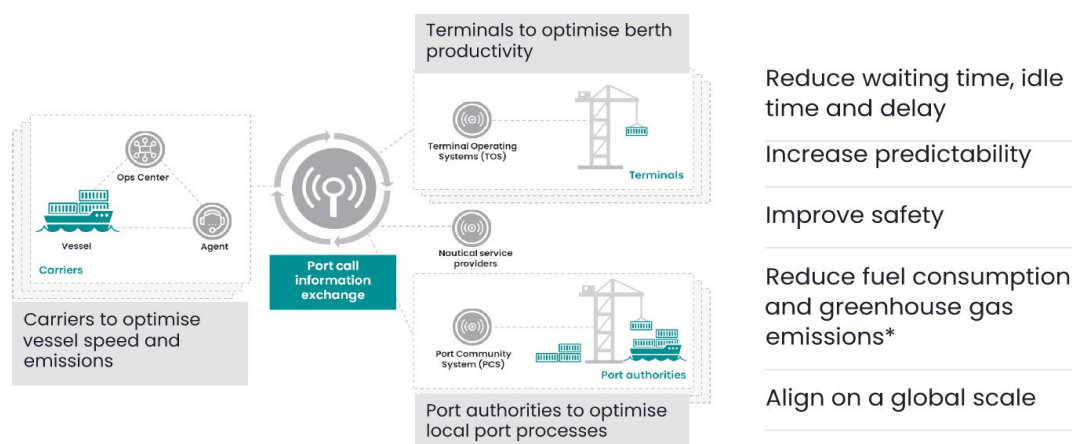


Figura 18-Esquema do programa JIT Port Call e objetivos DSCA

Fonte: (DCSA, 2023)

Um estudo realizado pela DCSA analisou 339.390 viagens, comparando os três cenários de otimização: JIT PBP-PBP, JIT 24 e JIT 12 (Tabela 5), com base na poupança média de combustível por viagem e na redução das emissões de CO₂ (DCSA, 2023). Embora o cenário PBP-PBP seja o mais eficiente, a sua aplicação prática é limitada por incertezas operacionais enquanto os cenários JIT 24 e JIT 12 demonstram que ajustes antecipados na velocidade da viagem contribuem significativamente para a eficiência energética e ambiental (Tabela 5).

Tabela 5-Estimativa de poupança com implementação *JIT Port Call*

	JIT PBP-PBP	JIT 24	JIT 12
Total CO ₂ saving ² (MT)	19.39 million	8.08 million	5.80 million
Total fuel consumption saving (MT)	6.23 million	2.59 million	1.86 million
Mean fuel consumption saving, on per voyage basis compared to baseline	14.16%	5.90%	4.23%

Fonte: (DCSA, 2023)

Com base na revisão da literatura, que identificou as principais variáveis e ferramentas que influenciam o planeamento da atracagem, bem como as recomendações da IMO e os procedimentos da DCSA, como *Just in Time Arrival* e o *Just in Time Port Call*, estabeleceu-se uma base sólida para o cumprimento dos objetivos deste estudo e para a aplicação da metodologia adotada.

2. Objetivos e Metodologia

Este estudo pretende, de forma geral, analisar o problema da atracagem de navios nos portos do Mindelo e da Praia e identificar as variáveis fundamentais para o planeamento da acostagem dos navios ao cais.

Para atingir este objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar as variáveis de planeamento mais utilizadas na literatura para a resolução do problema de atracagem;
2. Definir os conceitos-chave e métodos identificados como as melhores práticas, de acordo com as entidades que regulamentam o setor;
3. Efetuar o levantamento de ferramentas de planeamento de atracagem inteligentes existentes no mercado;
4. Caracterizar o modelo atual de planeamento aplicado às operações nos portos do Mindelo e da Praia;
5. Definir possíveis *softwares* que possam auxiliar no processo de atracagem nos portos em estudo.

A elaboração de um projeto de pesquisa envolve diversas fases essenciais, sendo a metodologia uma das mais importantes. De uma forma geral, esta pode ser definida como o conjunto de procedimentos sistemáticos que orientam a construção do conhecimento, garantindo validade e coerência científica (Tako e Kameo, 2023).

A investigação segue uma abordagem qualitativa e exploratória, complementada por dados secundários, o que permite uma análise abrangente do fenómeno. A sua escolha justifica-se pela necessidade de compreender em profundidade o processo de atracagem, conciliando as percepções dos intervenientes com dados objetivos e comparáveis (Creswell & Creswell, 2023).

Para isso, será utilizado o método de estudo de caso, uma abordagem empírica que investiga um fenómeno contemporâneo em profundidade e no seu contexto real (Yin, 2024). Essa estratégia permite compreender a complexidade das operações, considerando variáveis técnicas, operacionais e organizacionais.

A abordagem da investigação adotada(figura 19), caracteriza-se pelas fases do estudo de caso, que se iniciam com a revisão documental até a análise e interpretação de resultados.

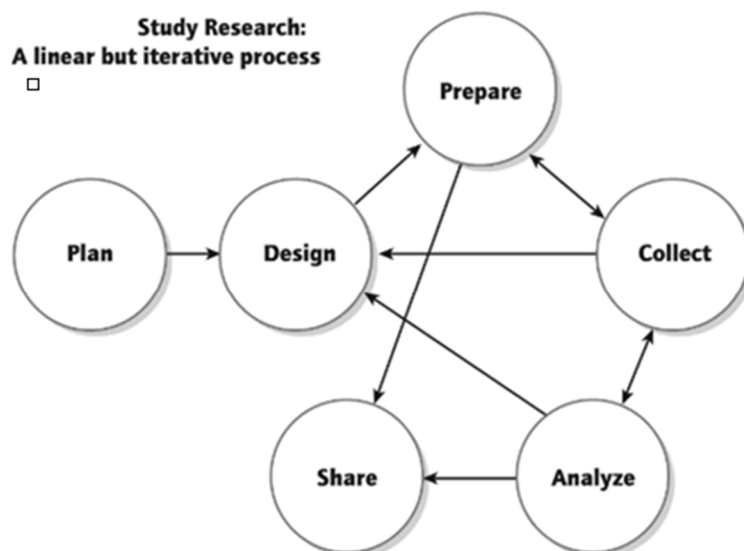


Figura 19-Fases do estudo de caso

Fonte: (Adaptado de Yin, 2024)

As evidências para um estudo de caso podem ser obtidas a partir de múltiplas fontes, incluindo documentação, registos em arquivos, observação direta, observação participante e artefactos físicos. Para os efeitos deste trabalho, priorizar-se-á a documentação e as entrevistas em profundidade, tendo em conta os princípios fundamentais defendidos por Yin (2024): utilização de várias fontes de evidência, a criação de um banco de dados e a manutenção do encadeamento rigoroso entre as fontes. A Tabela 6 apresenta as vantagens e limitações das fontes de evidência utilizadas:

Tabela 6 - Fontes de evidência para estudo de caso

Fonte de Evidências	Vantagens	Limitações
Documentação	Estável – possibilidade de ser revista inúmeras vezes; Discreta – não tem origem no estudo de caso; Exata – contém nomes, referências e detalhes exatos de um evento; Cobertura Ampla – longo espaço de tempo, muitos eventos e muitos ambientes distintos;	Seletividade tendenciosa, se a recolha não estiver completa; Pode refletir ideias preconcebidas do autor; Acesso – pode ser deliberadamente negado;
Entrevistas	Direcionadas – focam diretamente no caso de estudo; Percetivas – inferências causais percebidas.	Respostas tendenciosa; Potenciais imprecisões do entrevistado; Reflexibilidade – o entrevistado dá ao entrevistador o que ele quer ouvir.

Fonte: Adaptado de (Yin, 2024)

Com base nessas fontes, foi delineada uma estratégia de investigação que produzisse os resultados necessários ao cumprimento do objetivo (Figura 20).

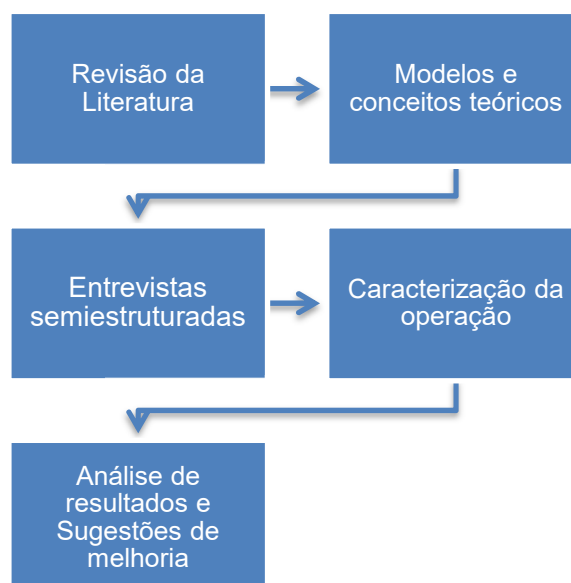


Figura 20- Metodologia do estudo de caso

Fonte: Elaboração própria

Para a recolha de dados primários, foi desenvolvido um guião de entrevista com 19 perguntas, dirigido aos gestores de operações envolvidos no processo de planeamento da atracagem dos navios. As questões abrangeram todas as fases do processo, incluindo regras aplicadas ao planeamento, fatores responsáveis pelo atraso, viabilidade de criação de cenários alternativos, monitorização e revisão do plano. Foram ainda exploradas questões relativas às fontes de dados utilizadas, ao tipo de informação partilhada entre os intervenientes, aos sistemas de informação adotados por armadores e gestores de operações, aos mecanismos de alarmística e à opinião dos entrevistados sobre a integração de uma aplicação inteligente de planeamento no sistema de informação portuária. Durante as entrevistas, surgiram vários tópicos não previstos inicialmente, que acabaram por enriquecer substancialmente o conjunto de informações recolhidas.

Os dados secundários incluíram relatórios oficiais da Enapor, estatísticas portuárias, publicações e artigos sobre o tema. O tratamento dos dados qualitativos, realizado por meio da análise de conteúdo, permitiu identificar categorias, padrões e relações entre fatores que influenciam a atracagem (Bardin, 2025).

O presente estudo foi realizado tendo como unidades de contextuais de análise nos Portos do Mindelo e da Praia (Yin, 2024), uma vez que estes portos representam os principais centros de operações portuárias em Cabo Verde.

A amostra do estudo foi constituída por dois gestores de operações – chefe desses portos, selecionados de forma intencional, de acordo com o critério de relevância e de conhecimento sobre os processos de atracagem. Essa amostragem intencional assegura que os dados recolhidos sejam detalhados e diretamente aplicáveis e garantam fiabilidade e consistência na análise qualitativa (Saunders *et al.*, 2023).

3. Caso de Estudo: Porto de Mindelo e da Praia

Este capítulo irá enquadrar o Porto do Mindelo e do Porto da Praia, permitindo relacionar os conceitos e as variáveis teóricas apresentados nos capítulos anteriores com a realidade dos dois portos principais do país. A análise centra-se nas suas características físicas e no desempenho operacional fornecendo uma base empírica para o estudo do processo de planeamento da atracagem em Cabo Verde.

3.1 Características do setor portuário nacional

A geografia insular e arquipelágica de Cabo Verde confere ao setor portuário um papel estratégico, essencial para o abastecimento das populações, a mobilidade inter-ilhas e o comércio internacional (Figura 21). A forte dependência do transporte marítimo para o escoamento de mercadorias torna os portos elementos estruturantes da coesão territorial e da integração logística nacional.

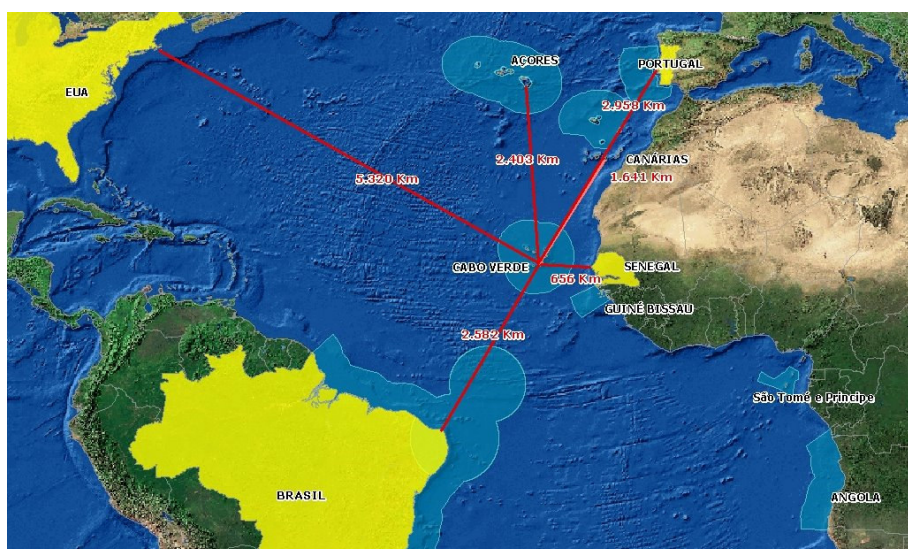


Figura 21 - Localização estratégica de Cabo Verde

Fonte: (Collaço e Santos, 2009)

Atualmente, o país dispõe de 4 portos principais – Praia, Porto Grande, Palmeira e Sal Rei - responsáveis pelo tráfego internacional, bem como 5 portos secundários dedicados ao transporte doméstico. Todos são geridos pela ENAPOR – Empresa Nacional de Administração dos Portos, que na qualidade de concessionária geral, é responsável pela administração, gestão e exploração económica das infraestruturas portuárias, conforme estabelecido no artigo 14.º do Decreto Legislativo n.º 1/2023.

A modernização de rede portuária tem sido acompanhada por reformas legais estruturantes, nomeadamente a Lei dos Portos (2010), e o Código Marítimo (2010) que

clarificam as competências institucionais e regulam o acesso de operadores privados. Embora o país ainda adote o modelo *Service Port*, observa-se uma transição gradual para o modelo *Landlord port*, no qual o Estado mantém a infraestrutura e concede a operação dos serviços à Enapor mediante contratos de *performance*, alinhados às práticas internacionais (Cardoso, 2013).

3.2 Perfil estrutural e operacional do Porto Grande

Situado na Ilha de São Vicente, o Porto Grande, consolidou-se, desde o século XIX como um centro de abastecimento de carvão e de comunicação intercontinental. Contudo, a concorrência de portos como Dakar e Las Palmas, aliada à vulnerabilidade militar durante a Primeira Guerra Mundial, contribuiu, para a perda do seu posicionamento (Ulisses, 2013).

Atualmente, o Porto Grande é composto por doze cais multiuso e um terminal de Cruzeiros (Figura 22). Os cais 1 a 9 destinam-se a graneleiros, tankers, navios da guarda costeira, pesqueiros, navios inoperáveis e cabotagem de mercadorias, com o cais 9 estendido para o terminal de Cruzeiros. Os Cais A, B e C são destinados à cabotagem de passageiros e navios de carga de menor dimensão.

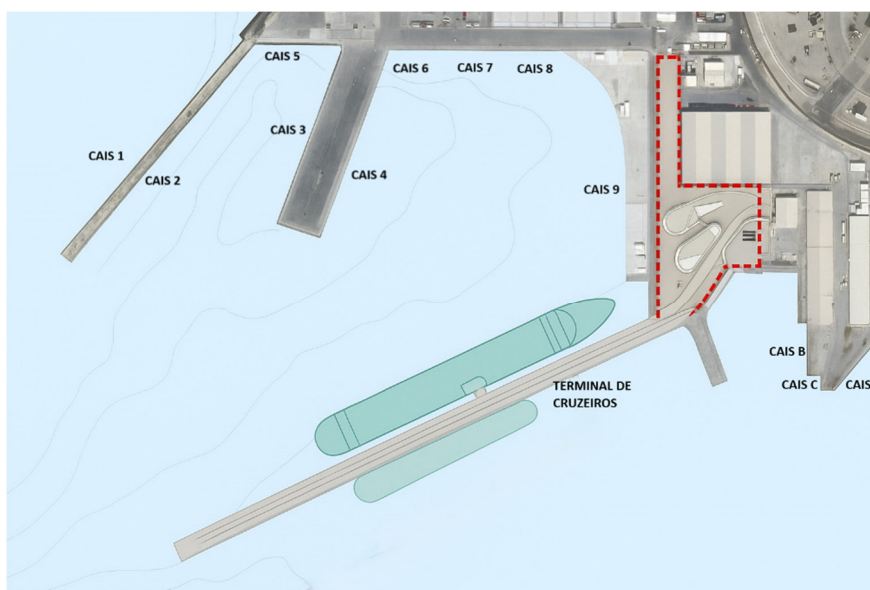


Figura 22-Layout do Porto Grande

Fonte: (Adaptado da Enapor, 2025)

Apesar dos desafios que enfrenta devido a perda do seu posicionamento, o porto tem registado aumentos significativos na movimentação de mercadorias. Em 2024, verificou-se um crescimento de 23,09% (Tabela 7). em relação ao ano anterior, impulsionado sobretudo pelos granéis líquidos, que aumentaram 47,5% e passaram a representar 53,32% do volume total movimentado (Enapor, 2025).

Tabela 7- Movimentação de Mercadoria do Porto Grande, ano 2023-2024

PORTO GRANDE					
Movimentação de Mercadorias (ton)					
Tipo de Carga	2024	2023	%TVH	Quota %	
Carga Contentorizada	238.844,94	219.700,77	↑ 8,71%	20,31%	
Carga Convencional/Geral	251.297,25	247.370,71	↑ 1,59%	21,37%	
Granel Líquido	627.071,63	425.141,17	↑ 47,50%	53,32%	
Granel Sólido	34.827,33	40.140,62	↓ -13,24%	2,96%	
Não Definido	7,00			0,00%	
Pescado	24.055,99	23.112,91	↑ 4,08%	2,05%	
Total	1.176.104,14	955.466,18	↑ 23,09%	100,00%	
Tipo de Movimentação	2024	2023	%TVH	Quota %	
Desembarque	668.852,10	613.764,56	↑ 8,98%	56,87%	
Embarque	332.925,48	330.353,15	↑ 0,78%	28,31%	
BUNKERING	161.194,00			13,71%	
Transbordo ao largo	5.547,61			0,47%	
Baldeação Porão/Cais/Porão	4.069,77	790,49	↑ 414,84%	0,35%	
Trânsito	2.958,05	3.492,55	↓ -15,30%	0,25%	
Baldeação Porão/Porão (shifting)	547,90	180,40	↑ 203,71%	0,05%	
Transbordo	9,23	6.885,03	↓ -99,87%	0,00%	
Total	1.176.104,14	955.466,18	↑ 23,09%	100,00%	
Tipo de Navegação	2024	2023	%TVH	Quota %	
Longo Curso	783.248,50	565.786,38	↑ 38,44%	66,60%	
Cabotagem	392.855,64	389.679,80	↑ 0,81%	33,40%	
Total	1.176.104,14	955.466,18	↑ 23,09%	100,00%	

Fonte: (Enapor, 2025)

Em contrapartida, os granéis sólidos registaram uma diminuição de 13,24%. O movimento de contentores, cresceu 5,8%, sendo 80,54% (Tabela 8) em navegação de longo curso e 19,46% em cabotagem (ENAPOR, 2025).

Tabela 8- Movimentação de Contentores do Porto Grande, ano 2023-2024

PORTO GRANDE					
Movimentação de Contentores (TEU)					
Tipo de Movimentação	2024	2023		%TVH	Quota %
Baldeação Porão/Cais/Porão	514,00	269,00	↑	91,1%	2,17%
Baldeação Porão/Porão (shifting)	40,00	82,00	↓	-51,2%	0,17%
Desembarque	11.407,50	10.759,50	↑	6,0%	48,06%
Embarque	11.595,00	11.043,50	↑	5,0%	48,85%
Trânsito	181,00	285,00	↓	-36,5%	0,76%
Total	23.737,50	22.439,00	↑	5,8%	100,00%
Tipo de Navegação	2024	2023		%TVH	Quota %
Longo Curso	19.118,00	18.404,00	↑	3,9%	80,54%
Cabotagem	4.619,50	4.035,00	↑	14,5%	19,46%
Total	23.737,50	22.439,00	↑	5,8%	100,00%

Fonte: (Enapor, 2025)

O Porto Grande, construído em 1962, situa-se numa baía semicircular, naturalmente protegida, com raio de cerca de 2 km e profundidades que variam entre 11 e 30 metros, o que garante abrigo a todo o tipo de embarcações. Certificado pelo ISPS Code, dispõe de infraestruturas portuárias em constante processo de modernização, incluindo cais multiusos, áreas de armazenagem de 7.000 m², entreposto frigorífico com capacidade de conservação de 6.000 toneladas e duas básculas para controlo de peso. Destacam-se, entre as principais intervenções, a ampliação dos cais 3 e 4 em 1990, a expansão do terraplino para 8 hectares, a construção do acesso Norte (2014) e a implementação do terminal de cruzeiros em 2025 (Enapor, 2025). Para complementar estes dados, a Tabela 8 apresenta as principais características do porto, incluindo as dimensões, larguras e profundidade dos cais.

Tabela 9- Características Técnicas do Porto Grande

Designação	Nº Molhe	Nº Cais	Comprim. (m)	Largura (m)	Cota do Berço (m) Z.H.
Porto Grande do Mindelo	1	1	315,00	15,00	- 12,50
	1	2	315,00	15,00	- 11,50
	2	3	235,00	50,00	-10,00
	2	4	235,00	50,00	-12,00
	Acesso	5	100,00	15,00	10,00
	Acesso	6	120,00	25,00	-6,50
	Acesso	7	50,00	25,00	5,00
	Acesso	8	100,00	25,00	-3,50
	Acesso	9	240,00	15,00	-5,00
	Terminal de	A	120,00	35,00	-4,00
	Passageiros	B	50,00	25,00	-4,00
		C	65,00	55,00	-4,00
Sub-Total Porto Grande			1.945,00		

Fonte: (Enapor, 2025)

O terminal de cabotagem, com 1.000 m² possui três postos de atracação para navios de cabotagem, e três rampas *roll-on/roll-off* (RORO), permitindo a segregação eficiente das operações domésticas e internacionais.

3.3 Perfil estrutural e operacional do Porto da Praia

O Porto da Praia é o segundo polo principal do sistema portuário de Cabo Verde, desempenhando um papel estratégico como porta de entrada da cidade capital e motor de desenvolvimento económico e social do país. O porto funciona como uma “âncora” de negócios e um parceiro ativo no fortalecimento das atividades comerciais nacionais e internacionais (Figura 23).

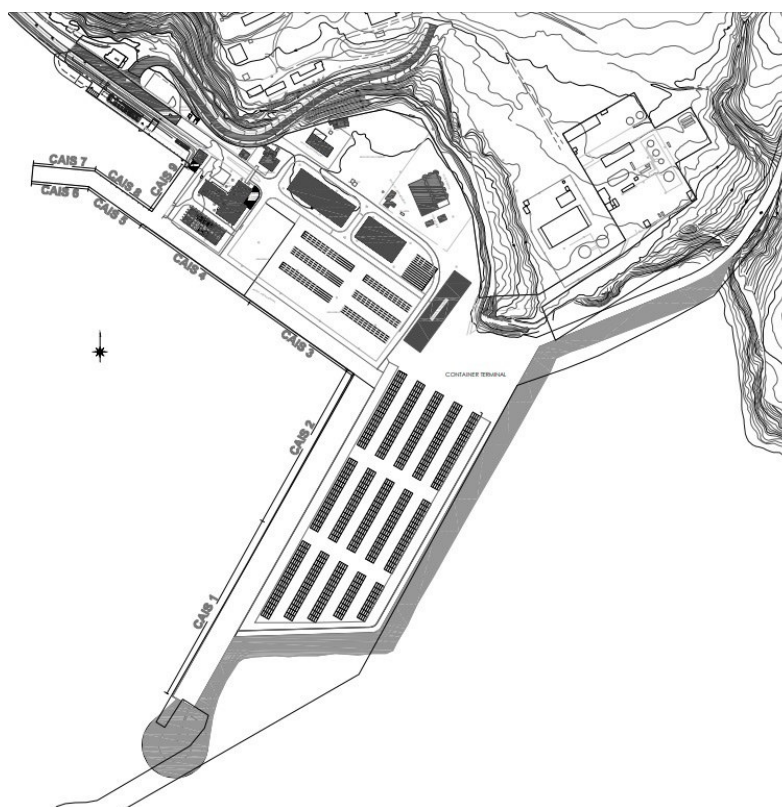


Figura 23- Layout do Porto da Praia

Fonte: (Enapor, 2025)

Igualmente certificado pelo ISPS Code, o Porto da Praia dispõe de infraestruturas que permitem a operação de cargueiros, porta-contentores e graneleiros, navios de cabotagem e de passageiros. Após a conclusão das obras de expansão de 2014, o Cais n.º 1 passou a ter 460 metros de comprimento e 13,5 metros de profundidade, foi construído um novo parque de contentores com 8 hectares e ampliada a zona de manobra, reforçando a capacidade

logística. O porto está equipado com duas rampas *roll-on/roll-off* e *scanner* de contentores. No total, possui 1.132 metros lineares de berços de atracagem e 9 cais para navios de diferentes calados. A Tabela 9 apresenta as dimensões e profundidades dos cais do Porto da Praia, remetendo a sua capacidade de realizar operações de navios diversos.

Tabela 10- Características Técnicas do Porto da Praia

Designação	Nº Molhe	Nº Cais	Comprim. (m)	Largura (m)	Cota do Berço (m) Z.H.
Porto da Praia					
	1	1	240,00	35,00	-13,50
	1	2	220,00	35,00	-9,50
	2	3	155,00	35,00	-8,00
	2	4	162,00	35,00	-8,00
	3	5	80,00	20,00	-6,50
	4	6	70,00	20,00	-6,00
	5	7	70,00	20,00	-6,00
		8	80,00	20,00	-4,50
		9	55,00	15,00	-3,00
Sub-Total Porto da Praia			1.132,00		

Fonte: (Enapor 2025)

Em 2024, o Porto da Praia registou um aumento de 5,24 % na movimentação de mercadorias em relação a 2023 e um crescimento de cargas contentorizadas de 7,67%, que representaram 51,88% do total movimentado (Tabela 11). No mesmo período, o movimento de contentores aumentou 2,7%, sendo que 78.59% dos TEU de Longo Curso e 21,41 % de cabotagem (Tabela 12).

Tabela 11- Movimentação de Mercadoria do Porto da Praia, ano 2023-2024

PRAIA				
Movimentação de Mercadorias (ton)				
Tipo de Carga	2024	2023	%TVH	Quota %
Carga Contentorizada	521.974,60	484.788,55	↑ 7,67%	51,88%
Carga Convencional/Geral	214.799,91	220.816,04	↓ -2,72%	21,35%
Granel Líquido	123.982,11	116.750,62	↑ 6,19%	12,32%
Granel Sólido	145.299,35	133.641,92	↑ 8,72%	14,44%
Não Definido	3,90			0,00%
Total	1.006.059,87	955.997,13	↑ 5,24%	100,00%
Tipo de Movimentação	2024	2023	%TVH	Quota %
Desembarque	707.840,54	694.126,64	↑ 1,98%	70,36%
Embarque	284.985,20	252.788,73	↑ 12,74%	28,33%
Trânsito	10.456,23	8.563,96	↑ 22,10%	1,04%
Baldeação Porão/Cais/Porão	2.777,90	504,60	↑ 450,52%	0,28%
Baldeação Porão/Porão (shifting)		13,20	↓ -100,00%	
Total	1.006.059,87	955.997,13	↑ 5,24%	100,00%
Tipo de Navegação	2024	2023	%TVH	Quota %
Cabotagem	399.639,71	376.567,38	↑ 6,13%	39,72%
Longo Curso	606.420,16	579.429,75	↑ 4,66%	60,28%
Total	1.006.059,87	955.997,13	↑ 5,24%	100,00%

Fonte: (Boletim estatístico da Enapor, 2025)

Tabela 12 - Movimentação de Contentores do Porto da Praia, ano 2023-2024

PRAIA					
Movimentação de Contentores (TEU)					
Tipo de Movimentação	2024	2023		%TVH	Quota %
Baldeação Porão/Cais/Porão	269,00	193,00	↑	39,4%	0,52%
Baldeação Porão/Porão (shifting)		6,00	↓	-100,0%	
Desembarque	25.420,50	24.424,50	↑	4,1%	48,89%
Embarque	25.307,50	25.292,00		0,1%	48,68%
Trânsito	993,00	705,00	↑	40,9%	1,91%
Total	51.990,00	50.620,50	↑	2,7%	100,00%
Tipo de Navegação	2024	2023		%TVH	Quota %
Longo Curso	40.857,50	41.552,00	↓	-1,7%	78,59%
Cabotagem	11.132,50	9.068,50	↑	22,8%	21,41%
Total	51.990,00	50.620,50	↑	2,7%	100,00%

Fonte:(Boletim estatístico da Enapor, 2025)

Um dos grandes desafios enfrentados por ambos os portos é a limitação de espaço físico devido à sua inserção em áreas urbanas densamente ocupadas, o que restringe a expansão e as operações. Ainda assim, decorrem projetos de reabilitação e ampliação, como o alargamento do cais 2 e a construção de molhes para graneis no Porto Grande, bem como a requalificação dos cais de cabotagem no Porto da Praia, com intervenções nos pavimentos e nas vigas de coroamento dos molhes.

As ilhas de S. Vicente e de Santiago têm previstas a instalação de duas torres VTS - *Vessels Traffic Services* - que permitirão o controlo do tráfego marítimo nacional com o suporte de catorze radares, estando a torre de S. Vicente já em construção.

3.4 Caracterização da operação atual

Esta secção analisa o estado atual das operações, a forma como os principais intervenientes se articulam e identifica as principais variáveis que condicionam o processo de planeamento.

3.4.1 Identificação dos intervenientes

O processo de planeamento da atracagem- parte integrante do processo de *Port Call* requer a coordenação entre múltiplas entidades, cada uma com funções específicas. Neste contexto, é indispensável identificar os principais intervenientes para garantir comunicação eficiente, fluxo correto de informações e integração digital dos participantes:

- Autoridade Portuária – supervisiona todas as operações, coordena a ocupação do cais,

garante a segurança de pessoas, navios e equipamentos. É também responsável pela implementação de normas operacionais, pela gestão da programação das escalas, além de reportar dados estatísticos às autoridades competentes. Em 2024, por exemplo, Cabo Verde registou 8.164 escalas de navios, 1.602.805 passageiros, 2.986.573 toneladas de mercadorias e 91.178 TEU movimentados (ENAPOR, 2025).

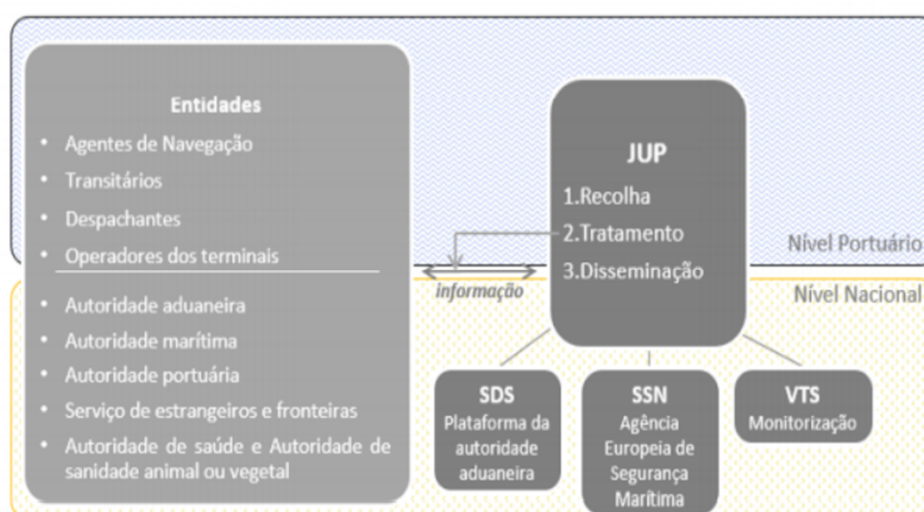
- Armador-proprietário dos navios, responsável pela comunicação das escalas previstas, pela coordenação logística das operações e pelo cumprimento das normas portuárias.
- Agente Marítimo- representante dos armadores, responsável pela inserção de dados na Janela Única Portuária (JUP) incluindo ETA, manifestos de carga e requisições de serviços. Compete-lhe ainda fornecer dados estatísticos à administração marítima e portuária, conforme o artigo 318.º do Código Marítimo.
- Empresas Subcontratadas -contratadas pela autoridade portuária para prestar serviços específicos que não estejam disponíveis no momento da operação, como abastecimento de água, guindastes e outros serviços complementares.
- Instituto Marítimo e Portuário Autoridade Marítima (IMP) – fiscaliza e regula as atividades marítimas em Cabo Verde. Atua na certificação de navios e da sua tripulação, na supervisão das condições de navegabilidade e na gestão do tráfego marítimo e na aplicação de sanções em caso de infrações, assegurando a conformidade legal e operacional do setor.

3.4.2 Plataforma JUP- Janela Única Portuária

No contexto portuário, a Janela Única tem como objetivo centralizar e simplificar os fluxos de informação, promovendo a eficiência, a transparência e a coordenação entre os intervenientes. Funcionando como uma *One-Stop-Shop*, a plataforma permite que documentos e dados sejam submetidos apenas uma vez, num único ponto de acesso que integre todos os processos envolvendo múltiplas entidades (Simão, 2013).

A Janela Única Portuária (JUP) gere informações sobre as escalas de navios e a circulação de mercadorias, envolvendo transportadores, prestadores de serviços e autoridades portuárias, aduaneiras, marítimas, fronteiriças e sanitárias (APS, 2023). Para além da gestão de dados, a plataforma garante a proteção de dados através de um Sistema de Gestão de Segurança da Informação, certificado pela ISO/IEC 27001. Em Portugal, integra a cadeia logística portuária e simplifica a interação entre entidades, funcionando como “Balcão Único Virtual”. A Figura 24 mostra como funciona e os diferentes níveis de acesso dos agentes.

Figura 24 - Esquema de funcionamento da JUP



Fonte: (Adaptado de: Lima, 2015)

A adoção deste modelo é reconhecida internacionalmente como uma boa prática e um fator de vantagem competitiva (Ferreira, 2023). Em Cabo Verde a plataforma JUPII, foi desenvolvido em parceria com os portos de Lisboa, Sines e Leixões e a empresa tecnológica Indra. Iniciado em 2012 e colocado em produção em 2013, o projeto foi rapidamente estendido a todos os portos nacionais, trazendo melhorias para a comunidade marítimo-portuária, nomeadamente na redução do uso de papel, na eficiência administrativa, no reforço do controlo das mercadorias e na centralização da informação portuária.

A Figura 25 apresenta, a título de exemplo, o resumo das escalas dos navios, onde a autoridade Portuária consulta os dados de cada embarcação, bem como as requisições de serviço e o cumprimento dos trâmites legais.

Figura 25- Menu principal da escala de navios – JUP

RESUMO ESCALA NAVIO		
ENTRADA	SERVIÇOS	SAÍDA
Aviso de Chegada 	Declaração de Mercadorias 	Aviso de Saída 
Autorizações de Entrada 	Serviço de Recolha de Resíduos 	Autorização de Saída 
Contramarca 	Ponto de Relato 	Lista de Tripulantes 
Declaração ISPS 	Manobra 	Lista de Passageiros 
Declaração de Resíduos 	Serviço Pilotagem 	Anúncio de Embarque 
Lista de Bond Stores 	Serviço Reboque 	
Lista de Tripulantes 	Serviço de Fornecimento / Abastecimento 	
Lista de Passageiros 	Serviço de Entradas a Bordo 	
Declaração Marítima de Saúde 	Serviço de Pesagem 	
Anúncio de desembarque 	Serviço de Aluguer de Equipamento 	
	Serviço de Trabalhos a Bordo 	
	Pedido de Certificado de Controlo Sanitário 	
	Mudança de Agente 	
	Autorizações Gerais 	
	Serviço de Estivadores 	
	Processo de Armazenagem 	
	Serviço de Consolidação/Desconsolidação 	
	Serviço de Levantamento da Carga 	

Fonte: (ENAPOR, 2025)

Para reforçar ainda mais este instrumento, em 2019, a ENAPOR passou a disponibilizar dados estatísticos *online* através do *Power BI*, com *dashboards* e boletins alinhados com os padrões internacionais. Em 2021, lançou duas ferramentas complementares: o Agendamento *Online* para o armazém de pequenas encomendas, e a Plataforma de Estiva Eletrónica, que automatizou o recrutamento da mão-de-obra portuária e o planeamento das operações, com notificações automáticas via SMS, promovendo maior transparência e eficiência.

A modernização tecnológica e a formação contínua da comunidade portuária continuam a ser apostas estratégicas da ENAPOR, consolidando a governança moderna e sustentável nos portos de Cabo Verde. A expansão desta abordagem para outros modos de transporte e para toda a cadeia logística permitirá uma integração digital mais ampla e uma coordenação produtiva.

3.4.3 Planeamento de atracagem

Durante a pesquisa deste trabalho foram realizadas entrevistas que permitiram compreender de que forma é conduzido atualmente o planeamento de atracagem no Porto Grande (São Vicente) e no Porto da Praia (Santiago).

A nível estratégico, o planeamento de atracagem nos portos é condicionado pelo perfil importador do país, uma vez que 90% do volume movimentado corresponde às importações, sobretudo bens essenciais para o abastecimento do Arquipélago. A exportação, embora em

crescimento, representa uma fração menor, centrada em pescado e em alguns produtos agrícolas.

O Porto Grande (Mindelo) e o Porto da Praia concentram mais de 70% do movimento portuário nacional, recebendo regularmente navios de longo curso, navios de cabotagem e embarcações especializadas.

3.4.4 Sequência temporal das operações

O planeamento portuário segue um modelo estruturado, com forte componente operacional e adaptativo. A base do processo assenta na JUP, cujas funcionalidades já foram detalhadas no capítulo anterior. As agências de navegação submetem o aviso de chegada com antecedência mínima de 48 horas para navios de longo curso ou de 12 horas para cabotagem. Este aviso inclui o *Estimated Time of Arrival* (ETA), as características técnicas do navio (dimensões, calado), o tipo e a quantidade de carga, bem como os serviços necessários à operação.

A alocação de cais obedece a critérios operacionais previamente estabelecidos, conforme o tipo de embarcação:

- Porta-contentores: Cais 4 (Porto Grande); Cais 2 e 3 (Porto da Praia);
- Navios de combustível: Cais 2 (Porto Grande); Cais 1, 3 ou 4 (Porto da Praia);
- Graneleiros: Cais 2, 3 ou 4 (Porto Grande);
- Cabotagem: Cais 3 e 4 (Porto Grande);
- Navios de pesca: Cais 6 (Porto Grande).

A política da atracagem segue a regra *FCFS* (Política B de Ursulas), conforme estabelecido pelo Decreto-Regulamentar n.º 15/2010 (Regulamento dos Portos de Cabo Verde), com exceção para os navios de passageiros, que têm prioridade absoluta. Em situações de emergência ou de interesse público, a sequência pode ser reorganizada.

O serviço de (des)atracação compreende, essencialmente, a entrada e o estacionamento nas águas portuárias, a amarração e a desamarração de espas, a assistência com rebocadores e a acostagem. A administração pode autorizar a atracagem lado a lado de navios, desde que tecnicamente viável e sem objeções da Alfândega, ou ainda ordenar mudanças de cais por motivos operacionais, cujos custos são, em regra geral, suportados pelo navio, salvo se a mudança for de interesse direto do porto. Quando não há disponibilidade de cais, o navio permanece ancorado até que se encontrem reunidas as condições para a atracagem, sob a supervisão da administração portuária.

O planeamento portuário é estruturado em dois níveis: anual, com base em projeções de mercado, obras em curso e estimativas de carga; e diário, baseado nas informações

atualizadas da JUP pelos agentes de navegação, sendo concluído ao final da tarde do dia anterior à operação.

Devido à constante atualização da JUP, a elaboração de um plano semanal não é viável, pelo que a estratégia adotada passa pela comunicação direta com as agências sempre que necessário, permitindo ajustes em tempo real. A coordenação do departamento de Operações com a Direção de Engenharia e Equipamentos garante que os recursos estejam disponíveis antes da atracagem. Em caso de imprevistos, como avarias em equipamentos (do navio ou do porto) ou condições meteorológicas adversas, o planeamento é imediatamente ajustado.

3.5 Estrutura do Planeamento do Gestor de Operações

O gestor das operações desempenha um papel central na articulação entre os recursos disponíveis, a capacidade de resposta das equipas e a gestão eficiente dos imprevistos. Para isso, ENAPOR utiliza ferramentas internas de planeamento que permitem acompanhar cada escala e orientar a alocação dos meios necessários à operação. Entre essas ferramentas utilizadas destaca-se um quadro diário de navios, atualizado internamente, que reúne dados como ETA, comprimento, calado, TAB, cais atribuído e tipo de operação, de modo a facilitar a articulação entre equipas.

A monitorização é contínua, com comunicação constante entre os intervenientes através de canais internos, como rádio UHF ou aplicações de mensagens instantâneas. Apesar da eficácia do modelo atual centrado na informação proveniente da JUP, a ausência de um sistema automatizado e integrado, como o *Terminal Operating System* (TOS), representa uma oportunidade de modernização. Este tipo de plataforma permite integrar áreas como planeamento de cais, parque e navio, além de facilitar a troca automática de dados, de modo que seja possível, prever tempos de operação com maior precisão, simular cenários e otimizar a alocação de recursos com base em critérios como a localização dos contentores e a produtividade das gruas (Alexandre, 2023).

Além disso, este sistema oferece suporte à tomada de decisão em tempo real, reduzindo os tempos de espera e aumentando a eficiência global das operações. A sua adoção, adaptada à escala e às necessidades dos portos nacionais, poderia reforçar a capacidade de resposta da ENAPOR, promovendo uma gestão mais estratégica, integrada e orientada pelo desempenho.

Cabe, assim, ao gestor avaliar a adequação do cais para a atracagem do navio, considerando diversos fatores, como as dimensões da embarcação, as condições atmosféricas e a prioridade de atendimento em conformidade com a programação portuária.

3.6 Contratação de Serviços para atracagem de navios

Atualmente, a Enapor realiza internamente os serviços para a manobra de (des) atracagem de navios, contando com equipas qualificadas para garantir a eficiência e a segurança das operações. A contratação de serviços externos ocorre apenas em situações excecionais, após o planeamento ou durante a operação, caso ocorram avarias, ou seja, necessário apoio adicional.

Para além das manobras, são igualmente realizadas operações de fundeio, entrada em docas e testes de equipamentos e outras atividades náuticas em áreas de pilotagem obrigatória. Estes serviços - pilotagem, reboque e amarração são considerados interligados entre si, constituem a espinha dorsal do processo de atracagem nos portos.

O serviço de pilotagem envolve a orientação e a supervisão da manobra do navio, desde a entrada na barra até a atracação no cais. É realizado pelos pilotos da autoridade portuária, com conhecimento específico da área e das suas condições. Para o efeito, embarca um piloto especializado, devidamente licenciado, que orienta o comandante do navio dentro da área de jurisdição portuária. Trata-se de um serviço obrigatório que funciona 24 h/ dia, embora a sua prática dependa do porte do navio e das características do cais.

O serviço de reboque, por sua vez, apoia as manobras de navios de maior porte, garantindo controlo e segurança, especialmente em espaços restritos ou em condições meteorológicas adversas. É obrigatório para navios com arqueação bruta igual ou superior a 2.000 GT. O rebocador é requisitado pelo comandante do navio, em articulação com o piloto, sendo o número e o tipo determinados pela administração portuária em função das necessidades específicas de cada manobra. Atualmente, os Portos do Mindelo e da Praia dispõem de 3 e 1 rebocador, respetivamente. O serviço pode ser prestado entre as ilhas ou para destinos internacionais, mediante contrato, a ser analisado caso a caso.

Por último, o serviço de amarração e desamarração compreende as operações destinadas a fixar e libertar o navio do cais, envolvendo a utilização de lanchas passa-cabos, defensas, cabos e equipas especializadas em terra. É normalmente realizado por pessoal autorizado, com os cabos fornecidos pelo comandante do navio, ou, se necessário, pela administração portuária.

Além das manobras técnicas, o Porto Grande e o Porto da Praia disponibilizam um conjunto de serviços complementares essenciais à operação dos navios durante a sua estadia em porto, entre os quais se destacam:

Bunkering - abastecimento de combustível (fuel, gasóleo, entre outros) realizado no terminal 24 h/ dia, garantindo a autonomia das embarcações;

Abastecimento de Energia e Água - sistemas modernos de fornecimento contínuo de água potável e energia elétrica, distribuídos estrategicamente ao longo do perímetro portuário.

Equipamentos Portuários - disponíveis mediante aluguer para atender às necessidades específicas de carga, descarga ou movimentação de mercadorias, incluindo entre outros: lanchas; tremonhas para descarga de cereais, gruas flutuantes, Empilhadores (2,5 a 45 toneladas), tratores (3.630 kg e 60 toneladas), gruas terrestres (35 e 80 toneladas); atrelados (até 60 toneladas) e garras especializadas.

3.7 Variáveis de planeamento de atracagem

Um dos elementos centrais deste estudo consiste na análise de variáveis que os gestores da operação portuária consideram determinantes para o planeamento da atracagem de navios no terminal de contentores. Essas variáveis podem ser classificadas em categorias técnicas, operacionais, comerciais e regulamentares que atuam de forma interligada, moldando o planeamento estratégico das operações portuárias.

Com base nas entrevistas realizadas, identificaram-se as variáveis que se seguem variáveis principais, apresentadas nos pontos subsequentes.

3.7.1 Características do navio e compatibilidade com o Porto

O planeamento da atracagem nos portos exige a articulação entre as características dos navios e as condições estruturais do cais. Parâmetros como comprimento, calado e tipo de carga transportada, segundo o Diretor de operações do Porto Grande, determinam a seleção do cais adequado e dos equipamentos necessários influenciando diretamente o rendimento e a integridade das operações. A profundidade dos canais de acesso e a das bacias de manobra e dos berços, são igualmente determinantes para a receção de navios de grande porte.

Investimentos recentes em infraestruturas, como a expansão dos cais e a modernização de equipamentos no Porto da Praia e no Porto Grande, bem como a dragagem realizada no terminal de cruzeiros de São Vicente, ampliaram a capacidade operacional dos portos nacionais.

3.7.2 Gestão do Tempo e Prioridades

A previsão de chegada (ETA), a definição da ordem de atracagem, as políticas de prioridade são determinantes para o planeamento. A elevada taxa de ocupação dos cais e os tempos de espera em ancoradouro, podem comprometer a produtividade e a fluidez das operações. Períodos de maior procura exigem uma gestão rigorosa de berços e das operações de carga e descarga de modo a minimizar atrasos e otimizar a utilização dos recursos.

3.7.3 Sustentabilidade, Eficiência Energética e Políticas Portuárias

A gestão do consumo de combustível, a eficiência energética e o cumprimento das normas ambientais ganham importância no planeamento portuário. Políticas públicas voltadas para a modernização e a sustentabilidade, como a criação da Zona Económica Especial Marítima de São Vicente, refletem o compromisso com a competitividade, a inovação e redução do impacto ambiental.

A integração dos sistemas de informação e a comunicação eficiente entre os intervenientes permitem responder rapidamente a imprevistos e garantir fluidez nas operações. Procedimentos aduaneiros, a tramitação documental e as inspeções influenciam diretamente o tempo de permanência dos navios, sendo a digitalização um elemento essencial neste processo.

3.7.4 Fator Meteorológico

O planeamento e a execução das operações portuárias nos portos dependem das condições meteorológicas. As equipas operacionais monitorizam diariamente as previsões de vento, a ondulação e a precipitação, ajustando o cronograma de carga e descarga conforme necessário. No Porto do Mindelo, ventos alísios intensos e precipitação podem obrigar à suspensão imediata das operações, sobretudo na descarga de graneis como cereais e cimento, priorizando a segurança das equipas e a integridade da carga. No Porto da Praia, os meses de agosto e setembro apresentam fortes ondulações o que dificulta a operação em determinados cais. Internamente, estes constrangimentos são comunicados e, posteriormente, repassados às agências que informam os demais intervenientes para que sejam feitos os ajustes necessários.

Durante a viagem do navio, situações de mau tempo podem obrigar os navios a alterar a rota ou reduzir a velocidade, resultando em atrasos na chegada e na necessidade de replaneamento das operações portuárias. Ao chegar ao porto sob condições que impeçam a sua atracagem segura recorre-se às defensas portuárias (Yokohama ou tipo roda) para estabilizar o navio. Quando os equipamentos não são suficientes, recorre-se aos rebocadores para direcionar o navio ao longo do acostado. Estas manobras adicionais repercutem nos custos do armador e podem gerar atrasos que impactam a logística portuária.

3.7.5 Ocupação do Parque

A rapidez da operação de carga e descarga é influenciada pelo nível de ocupação do parque de contentores. Quando a ocupação é elevada, aumentam os movimentos e as

dificuldades de circulação, o que resulta em operações mais demoradas e menos eficientes.

Os gestores das operações destacam, que para enfrentar estes desafios, o parque deve ser organizado em zonas atribuídas (Figura 26) a cada armador ou agência de navegação, com áreas específicas para cada tipologia de contentores - secos, frios, vazios, cheios- seguindo o princípio da armazenagem dedicada. Esta organização facilita a localização e a movimentação dos contentores de acordo com a necessidade de cada operação. No passado, a disposição aleatória dos contentores dificultava o trabalho dos operadores de máquinas e prolongava o tempo necessário para a execução da tarefa.

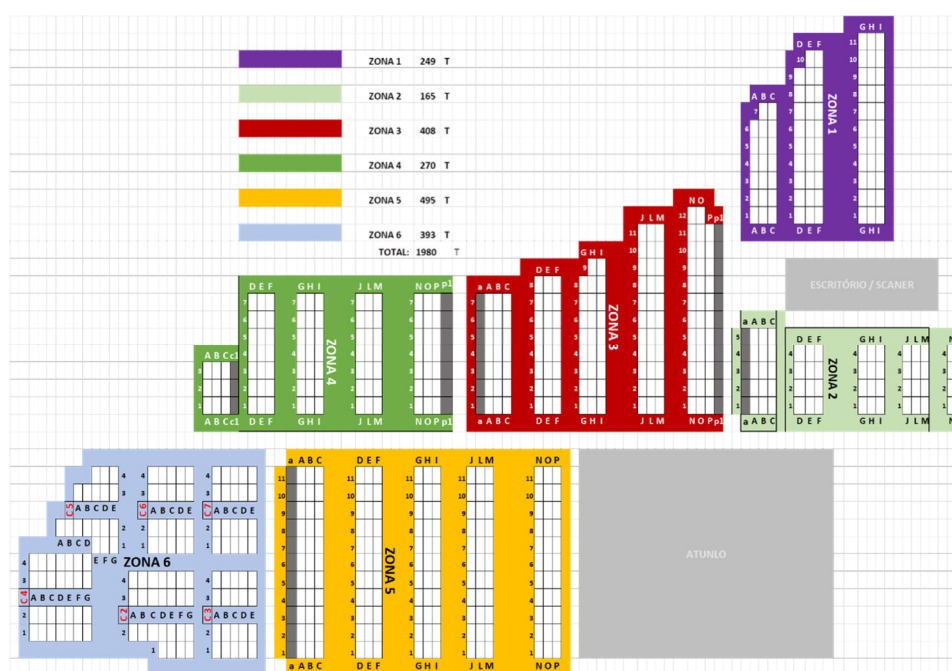


Figura 26 - Parque de Contentores do Porto Grande

Fonte:(Enapor, 2025)

3.7.6 Portos com funcionamento em Rede

A eficiência da atracagem está diretamente ligada a articulação logística entre os portos do Arquipélago. A forte dependência do transporte marítimo inter-ilhas faz com que atrasos num porto se repercutam nos restantes, gerando um efeito em cadeia que compromete o planeamento inicial. Por exemplo, uma avaria numa grua no Porto da Praia, pode obrigar o Porto Grande a reprogramar toda a operação logístico-portuária do navio, situação que se torna particularmente críticos quando diferentes portos partilham escalas do mesmo navio.

3.8 Análise e discussão dos resultados

Cruzando a literatura consultada com as informações recolhidas nas entrevistas realizadas aos gestores de operações do Porto do Grande e do Porto da Praia, verifica-se que ambos apresentam desafios operacionais semelhantes, embora com especificidades próprias. Estes portos desempenham um papel fundamental no sistema portuário nacional, garantindo a ligação inter-ilhas e a movimentação da maior parte da carga de importação e exportação do arquipélago.

A análise das entrevistas evidenciou que o planeamento de atracagem segue uma lógica predominantemente reativa, com decisões centradas no gestor de operações. A coordenação entre os diferentes intervenientes depende, na sua maioria, de contatos por telefone, e-mail ou rádio VHF, o que revela uma comunicação fragmentada e limita a eficiência do processo. Esta realidade aproxima-se do modelo de logística tradicional descrito por Crespo (2017), no qual a ausência de mecanismo de partilha de informação dificulta a articulação entre os agentes da cadeia de abastecimento.

Embora exista colaboração entre as entidades envolvidas, a ausência de integração digital, nomeadamente através de um *Terminal Operating System* (TOS) constitui um entrave à gestão eficiente dos berços e à previsibilidade das operações. A modernização portuária depende da adoção de indicadores de desempenho e de plataformas integradas (Machado e Raimundo, 2022).

O planeamento segue, a política *First Come, First Served*, (FCFS) prevista no Regulamento dos Portos de Cabo Verde. Esta abordagem, apesar de garantir transparência, mostra-se pouco flexível em períodos de maior congestionamento ou quando diferentes portos partilham a mesma escala de um mesmo navio, situação frequente nas rotas inter-ilhas. A integração intermodal e a redução de custos operacionais são determinantes para a competitividade, particularmente em contexto insulares, onde a falta de coordenação entre portos pode gerar atraso e custos adicionais (Sardinha, 2017).

As variáveis mais relevantes para o processo de planeamento identificadas nas entrevistas e na revisão da literatura incluem o fator meteorológico, particularmente crítico em determinadas épocas do ano devido à exposição dos portos às ondulações e ventos fortes; a coordenação entre portos, essencial para evitar atrasos em cadeia; a disponibilidade de equipamentos e ocupação dos parques, determinantes para a fluidez das operações; a necessidade de integração digital entre agentes portuários, conforme as diretrizes da DCSA (2023).

A substituição da Janela Única Portuária (JUP) pela Janela Única Logística (JUL) representa uma oportunidade de transformação para o sistema portuário nacional. Ao permitir a coordenação operacional em tempo real e a centralização de dados, a JUL poderá servir de

base para o desenvolvimento de um modelo de planeamento inteligente de atracagem, promovendo eficiência, transparência e sustentabilidade.

A adoção de ferramentas digitais como as plataformas de *Portchain*, *Awake.AI* e *Everstream* poderão melhorar significativamente o desempenho operacional dos portos nacionais e integrar variáveis meteorológicas e logísticas, aproximando-os do conceito de *Smart Port*.

Os resultados demonstram, portanto, a necessidade de avançar para uma gestão digital e colaborativa. A implementação de um sistema integrado de planeamento de atracagem associado à JUL, a monitorização meteorológica com sensores e modelos preditivos, a redução da dependência de processos manuais e a capacitação técnica das equipas portuárias em ferramentas digitais são passos essenciais para alcançar esse objetivo. A criação de parcerias tecnológicas com fornecedores de soluções inteligentes adaptadas à realidade e à escala dos portos nacionais poderá acelerar esta transição, garantindo maior previsibilidade e sustentabilidade operacional.

Conclusão e Trabalho Futuro

Este relatório teve como objetivo analisar o processo de planeamento dos portos do Mindelo e da Praia, identificando as variáveis críticas que influenciam a alocação de cais e a eficiência das operações portuárias. Para tal, foi realizada uma revisão da literatura especializada, complementada por entrevistas com os gestores da operação de ambos os portos.

A abordagem metodológica adotada permitiu compreender os desafios enfrentados pelos portos cabo-verdianos e identificar oportunidades de melhoria através da digitalização e da integração de ferramentas inteligentes de planeamento. Apesar das limitações estruturais e tecnológicas, constatou-se uma cultura colaborativa entre os *stakeholders*, que constitui um fator facilitador para a implementação de soluções inovadoras.

A principal contribuição deste trabalho reside na sistematização das variáveis operacionais, comerciais, técnicas e ambientais que devem ser consideradas no desenvolvimento de uma aplicação de planeamento de atracagem adaptada à realidade nacional. Esta base poderá suportar a construção de um protótipo funcional, alinhado com os requisitos da comunidade portuária e com as melhores práticas internacionais, nomeadamente as diretrizes da IMO e da DCSA.

Destaca-se ainda o papel estratégico do envolvimento dos armadores e da Enapor no desenvolvimento e na avaliação da aplicação de planeamento de atracagem inteligente, garantindo a sua aplicabilidade, escalabilidade e integração com os sistemas existentes, como a JUP e futuramente, a JUL.

Limitações da análise

O estudo enfrentou limitações, principalmente em relação à dificuldade em reunir com os entrevistados devido à falta de tempo e à elevada carga laboral dos profissionais envolvidos nas operações portuárias.

A escassez de documentação específica sobre o processo de atracagem nos portos de Cabo Verde, incluindo a ausência de relatórios e estudos anteriores, restringiu a análise comparativa e a consolidação de referências aplicáveis ao contexto nacional.

Adicionalmente, a confidencialidade de certos dados operacionais e comerciais impediu a apresentação de exemplos práticos mais detalhados, o que teria enriquecido a componente empírica do trabalho.

Desenvolvimentos futuros

Este estudo poderá servir de referência para os agentes portuários interessados em modernizar os processos de planeamento. As variáveis identificadas constituem a base para a criação de uma aplicação de planeamento de atracagem inteligente, adaptada á realidade dos portos.

Futuras investigações poderão aprofundar a análise de cada variável, explorar a viabilidade técnica e económica da implementação de soluções como a *Portchain Quay* ou a integração com a JUL, bem como realizar estudos comparativos em outros portos africanos ou europeus com características semelhantes.

A médio prazo recomenda-se a realização de projetos-piloto nos portos do Mindelo e da Praia, com o objetivo de testar as funcionalidades propostas, envolvendo todos os *stakeholders* e promovendo a capacitação técnica das equipas operacionais.

Referências Bibliográficas

- Alexandre, L. (2023). *O problema da atracagem dos navios num porto – um estudo de caso*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Setúbal]. Repositório Comum do Instituto Politécnico de Setúbal. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/43984>
- AnyLogic. (2021). AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/ports/>
- APS (2023). *Autoridade Portuária de Sines e Algarve*. <http://www.aps.com>
- Awake.AI. (2023). *Smart Port as a Service*. <https://www.awake.ai>
- Banco de Cabo Verde (2024). *Boletim estatístico – Exportações e importações 2020–2023*. <https://www.bcv.cv>
- Bardin, L. (2025). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Belmoukari, B., Audy, J.-F., & Forget, P. (2023). *Smart port: A systematic literature review*. *European Transport Research Review*, 15 (4), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00581-6>
- Bierwirth, C. & Meisel, F. (2015). A follow-up survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals. *European Journal of Operational Research*, 244(3), 675–689. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.12.030>
- Caldeirinha, V. M. (2014). *Influência das características do porto/terminal de contentores no seu desempenho*. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora]. Repositório da Universidade de Évora. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/12345>
- Cardoso, U. S. (2013). *Estratégia para o desenvolvimento do setor portuário de Cabo Verde, com base nas tendências internacionais*. [Dissertação de Mestrado em Gestão, ISCTE Business School]. Repositório do ISCTE. <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/12345>
- Collaço, G.M, & Santos, L. S. (2009, maio 5). Posição estratégica de Cabo Verde. *Albergue Português*. <https://albergueportugues.blogspot.com/2009/05/posicao-estrategica-de-cabo-verde.html?>
- Crespo de Carvalho, J. (2017). *Logística e gestão da cadeia de abastecimento* (2ª ed.). Edições Sílabo.

Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). Sage.

DCSA. (2023). *Just in Time Port Call*. <https://www.dcsa.org>

Conselho de Ministros. (2010). "Decreto-Legislativo n.º 14/2010, de 15 de novembro". Código Marítimo de Cabo Verde. *Boletim Oficial da República de Cabo Verde* 1ª Série, 44 (novembro). <https://boe.incv.cv/Bulletins/View/6602>

Conselho de Ministros. (2023). "Decreto Legislativo n.º 1/2023, de 2 de outubro". Boletim Oficial da República de Cabo Verde 1ª Série, 103 (outubro). <https://boe.incv.cv/Bulletins/View/61093>

Conselho de Ministros. (2010). "Decreto-Legislativo n.º 10/2010, de 1 de novembro: Lei dos Portos de Cabo Verde". *Boletim Oficial da República de Cabo Verde* 1ª Série, 42 (novembro). <https://boe.incv.cv/Bulletins/View/6662>

Conselho de Ministros. (2010). "Decreto-Regulamentar n.º 15/2010, de 20 de dezembro": Regulamento dos Portos de Cabo Verde. *Boletim Oficial Verde* 1ª Série, 42 (dezembro) <https://boe.incv.cv/Bulletins/View/6357>

Direção Geral das Alfândegas de Cabo Verde. (2024). *Relatório de Atividades 2024*.

Enapor (2025). Portos de Cabo Verde. <https://www.enapor.cv/>

Everstream Analytics (2023). *Port Optimization – Unlock efficiencies and accelerate business growth*. <https://www.everstream.ai/port-optimization/>

Ferreira, D. J. A (2019). *Porto sem papel e desempenho portuário: JUP e JUL*. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório Universidade de Lisboa. <https://repositorio.ulisboa.pt/entities/publication/005a2113-87b2-4b5d-b2c1-609f1d7dac22>

Filom, S., Amiri, A. M., & Razavi, S. (2022). Applications of machine learning methods in port operations – A systematic literature review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 102722. <https://doi: 10.1016/j.tre.2022.102722>

FlyPix AI. (2023). <https://flypix.ai/>

Freitas, J.G. de, Cardoso, J.C. & Reis , P. (2019) *A Primeira Guerra Mundial: Na Batalha de La Lys*. . Universidade Fernando Pessoa.

Henesey, L., Wernstedt, F., & Davidsson, P. (2003). *Market-Driven Control in Container Terminal Management*. https://www.researchgate.net/publication/2832158_Market-Driven_Control_in_Container_Terminal_Management

International Maritime Organization (2020). *Just in time arrival guide– Barriers and potential solutions*. <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/PartnershipsProjects/Documents/GIA-just-in-time-hires.pdf>

International Maritime Organization (IMO) (2020). *Just In Time Arrival – Emissions reduction potential in global container shipping*. GreenVoyage2050 Project. <https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2022/06/JIT-Container-Study.pdf>

Ismail, A.M., Metwalli, M., & Alamoush, A. (2024, April 24). Comparative Analysis of Port Governance Models For Green Energy Transition. [Conference paper]. *The International Maritime and Logistics Conference – MARLOG 14*, Alexandria, Egypt. https://www.researchgate.net/publication/380174660_Comparative_Analysis_of_Port_Governance_Models_For_Green_Energy_Transition

Karas, A. (2022). Smart Port as a Key to the Future Development of Modern Ports. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 14(1), 1–8. https://www.researchgate.net/publication/342305834_Smart_Port_as_a_Key_to_the_Future_Development_of_Modern_Ports

Koppenol, D., Kuijpers, A., Valies, M., & de Boer, W. (2021). *SmartPort Trends 2030–2050*. https://smartport.nl/wp-content/uploads/2021/06/ENG-10-SmartPort-Trends-2030-2050_final.pdf

Lima, T.M.D. (2015). *Avaliação da Inovação no Setor Portuário Caso de estudo do Porto de Sines*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Técnico de Lisboa]. Repositório Universidade de Lisboa. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/>

Machado, R. E., & Raimundo, J. (2022). *Transformação digital nos portos inteligentes: Caminhos para a sustentabilidade*. IST Press.

Majidi, M. (2025) *Container shipping - statistics & facts*. <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/?srsltid=AfmBOoqbsuuP4Lo8n4i-nmAuWoptRKCJuZiVT6enmze0d-a23xbeBPjW>

Mańkowska, M., Pluciński, M., Kotowska, I., & Filina-Dawidowicz, L. (2021). Seaports during the COVID-19 Pandemic: The Terminal Operators' Tactical Responses to Disruptions in Maritime Supply Chains. *Energies*, 14(14), 4339. <https://doi.org/10.3390/en14144339>

Makhado, P., Ngwenya, L. & Sibanda, J. (2025). Integrated DSS models for real-time berth allocation and equipment scheduling. *Maritime Systems and Logistics Journal*, 31(2), 88–106.

Mnasri, S., & Alrashidi, M. (2021). A comprehensive modeling of the discrete and dynamic problem of berth allocation in maritime terminals. *Electronics (Switzerland)*, 10(21). <https://doi.org/10.3390/electronics10212684>

MDS Transmodal. (2024). *Worldwide containerized cargo flows by major trade routes*. <https://www.mdst.co.uk>

Molavi, A., Lim, G. J., & Race, B. (2019). A framework for building a smart port and smart port index. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(9), 686–700. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1610919>

Notteboom, T. (2019). *Port Management and Policy*. Routledge.

Notteboom, T., Pallis, A., & Rodrigue, J. P. (2022). *Port economics, management and policy*. Routledge. <https://porteconomicsmanagement.org>

Pereira, M. T., Rocha, N., Silva, F. G., Moreira, M. Â. L., Altinkaya, Y. O., & Pereira, M. J. (2025). Process Optimization in Sea Ports: Integrating Sustainability and Efficiency Through a Novel Mathematical Model. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(1), 119. <https://doi.org/10.3390/jmse13010119>

PortChain. (2023). *PortChain Quay & Connect*. <https://www.portchain.com>

Rodrigue, J.-P., & Ashar, A. (2016). Transshipment hubs in the New Panamax era: The role of the Caribbean. *Journal of Transport Geography*, 51, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.002>

Rodrigue, J.-P. (2024). *The geography of transport systems*. (6th ed.). Routledge

Sardinha, F. J. (2017). *A gestão de transportes na cadeia de logística*. [Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Gestão]. Repositório Comum do Instituto Superior de Gestão de Lisboa. <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/22181/1/fernando%20sardinha%20->

[%20ISG%20final.pdf](#)

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2023). *Research methods for business students* (9th ed.). Pearson.

Simão, J.C.D. (2013). *Gestão da informação na intermodalidade e logística portuária: A solução “Single Window”* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório Comum da Universidade de Lisboa. <https://comum.rcaap.pt/entities/publication/225f0817-675c-4065-b676-9a60697866c8>

Steenken, D., Voß, S. & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research - A classification and literature review. *OR Spectrum* 26, 3–49. <https://doi.org/10.1007/s00291-003-0157-z>

Tako, K. & Kameo, S. (2023). *Metodologia da pesquisa científica: Dos conceitos teóricos à construção do projeto de pesquisa*. Amplla Editora. <https://ampllaeditora.com.br/books/2023/03/MetodologiaPesquisa.pdf>

Ursavas, E. (2022). Priority control of berth allocation problem in container terminals. *Annals of Operations Research*, 317(2), 805–824. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1912-7>

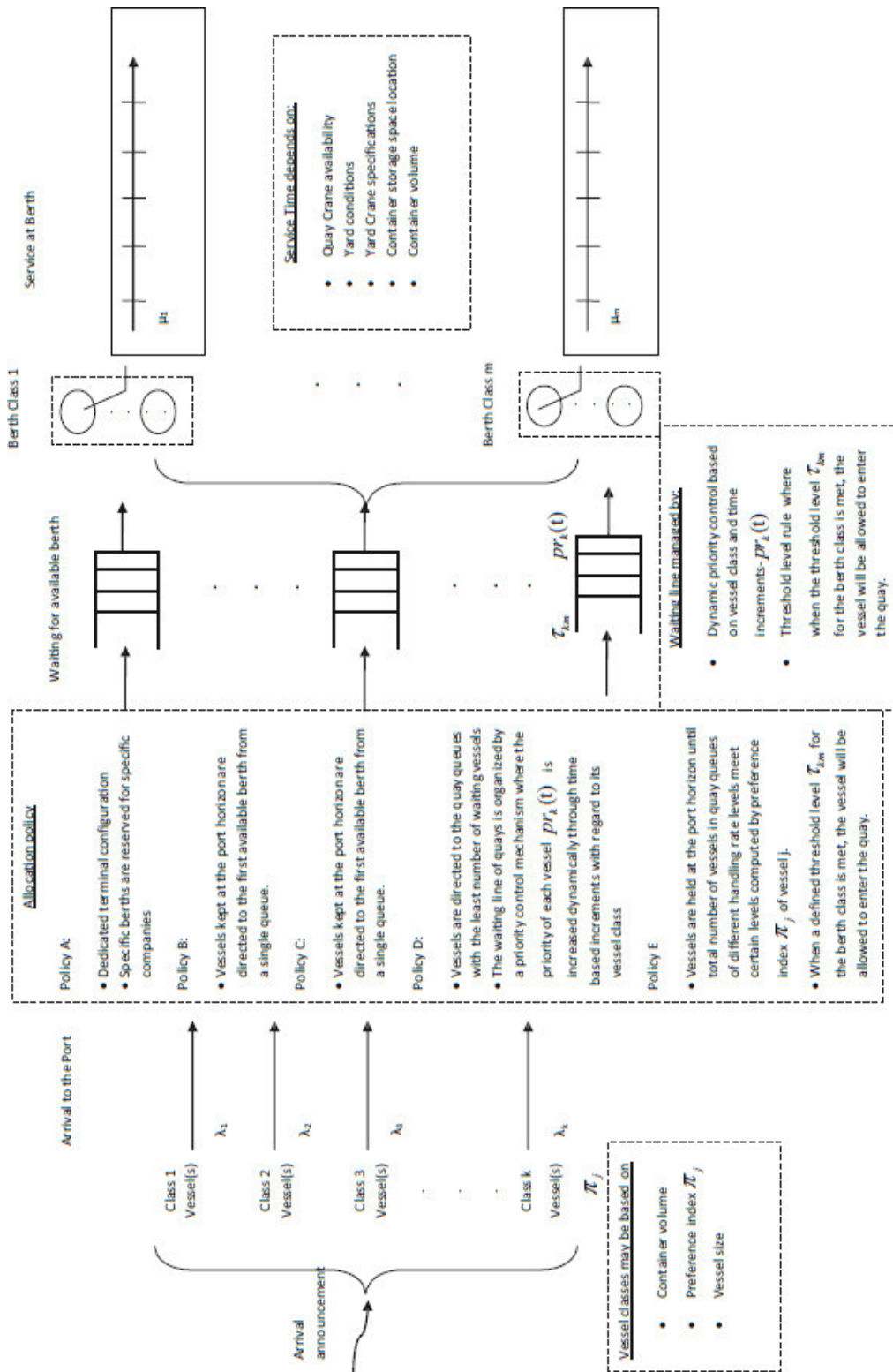
UNCTAD (2023). *Review of Maritime Transport* .<https://unctad.org/publication/review-maritime-transport>

UNCTAD. (2024). *Review of Maritime Transport 2024 – Chapter IV: Port Performance and Maritime Trade and Transport Facilitation*. United Nations Conference on Trade and Development. [Review of Maritime Transport 2024 | UN Trade and Development \(UNCTAD\)](#)

Wärtsilä. (2021). *Port optimization solutions*. Wärtsilä Corporation. <https://www.wartsila.com/marine/products/port-optimisation>

Yin, R. K. (2024). *Case study research and applications: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Anexo I - Sistema de alocação das 5 políticas DSS de Ursavas



Fonte: (Ursavas, 2022)

Anexo II – Guião de Entrevista



Planeamento da Atracagem dos Navios

Entrevista realizada no âmbito da tese de Mestrado em Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

Março 2024

 **POLITECNICO SETUBAL**

 **POLITECNICO SETUBAL**

Planeamento - Necessidades

- Quais as regras utilizadas no planeamento? Relativas, por exemplo a navios, terminais, percursos, tipo de carga, regras comerciais, entre outras?
- Fatores que originam atrasos, comprometendo o cumprimento do planeamento existente? Por exemplo, disponibilidade/atrasos no terminal, meteorologia, tipo de carga, entre outras?
 - Ordenar por ordem de importância;
- São gerados previamente cenários alternativos que acomodem imprevistos quando é efetuado o planeamento inicial, ou as necessidades de alteração ao planeamento original são efetuadas conforme as situações vão acontecendo?

Planeamento - Necessidades

- Na geração do planeamento e/ou nas alterações necessárias, tem acesso a informação dos equipamentos disponíveis nos terminais em tempo real/útil ?
- Quais os timings do planeamento:
 - original?
 - e com que antecedência conseguem saber / precisam de calcular as várias alterações ao planeamento original?

3

Planeamento - Monitorização

- Como é feito o acompanhamento da execução das operações planeadas (p.e. através de sensores/inputs do terminal e/ou dos navios)?
- É efetuada alguma monitorização, durante a viagem, do percurso percorrido e das condições de navegabilidade, no sentido de identificar (o quanto antes) os desvios ao ETA inicialmente definido?

4

Dados Disponíveis para Planeamento

- Quais os dados utilizados para o planeamento atual e quais as fontes desses dados?
- Existe algum tipo de informação, atualmente não disponível, que permitisse melhorar o planeamento efetuado?
- Na possibilidade de criar cenários ou simulações, que elementos / variáveis seriam mais relevantes para a modelação e análise dos diferentes cenários? Quais as fontes de informação? Apenas internas ou também externas?

5

Dados Disponíveis para Planeamento

- Qual a estrutura / formatos /conteúdos dos ficheiros gerados e enviado aos serviços internos?
 - Possível exemplificar planeamento?
- Existem APIs de suporte aos serviços de rastreamento e gestão de tráfego marítimo permitem obter a localização dos navios com que resolução temporal?
- Qual a melhor forma de alertar para constrangimentos operacionais ou meteorológicos com impacto na disponibilidade do porto / terminal?

6

Utilização de uma Plataforma de Planeamento

- Quais as dificuldades / constrangimentos atuais que enfrenta no processo de planeamento no Porto do Mindelo e no Porto da Praia?
- Estaria disponível para utilizar uma plataforma / ferramenta de planeamento integrada no Porto do Mindelo e no Porto da Praia? Que funcionalidades críticas poderá ter?
- Como avalia a partilha de informação entre os *stakeholders* integrados na JUP? Que medidas estão a ser adotadas para melhorar essa comunicação e colmatar eventuais lacunas?
- Quais os dados que poderiam ser disponibilizados que são importantes num processo de planeamento ?

7

DCSA Just In Time Port Call Programme

- Opinião sobre esta iniciativa?
- Quando acreditam que estará operacional? Que parte do processo e/ou informação pensam que será mais “rápida” de implementar?

<https://dcsa.org/standards/jit-port-call/>

8



Obrigado pela
colaboração

Aluna: Djara Silva

2024135977@estudantes.ips.pt